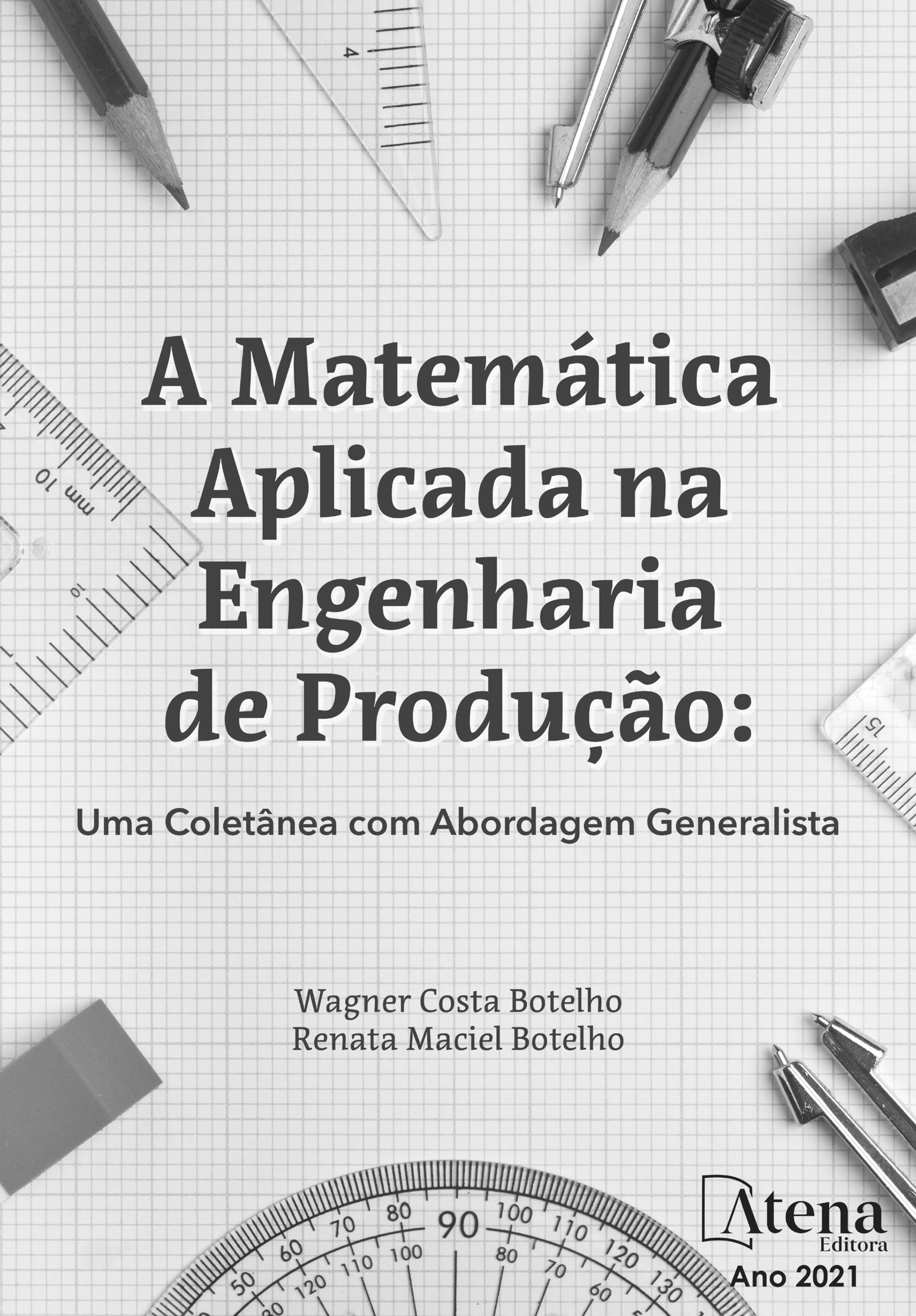
A Matemática Aplicada na Engenharia de Produção:

Uma Coletânea com Abordagem Generalista

Wagner Costa Botelho
Renata Maciel Botelho

Atena
Editora
Ano 2021



A Matemática Aplicada na Engenharia de Produção:

Uma Coletânea com Abordagem Generalista

Wagner Costa Botelho
Renata Maciel Botelho

Atena Editora
Ano 2021

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes Editoriais
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto Gráfico e Diagramação
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da Capa
Shutterstock
Edição de Arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os Autores

Atena Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
Ano 2021

Atena Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

A matemática aplicada na engenharia de produção: uma coletânea com abordagem generalista

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Revisão: Luiza Alves Batista
Autores: Os Autores
Wagner Costa Botelho
Renata Maciel Botelho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B748 Botelho, Wagner Costa
A matemática aplicada na engenharia de produção: uma coletânea com abordagem generalista / Wagner Costa Botelho, Renata Maciel Botelho – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-103-6
DOI 10.22533/at.ed.036211905

1. Matemática. 2. Programação Linear. 3. Tempos e Métodos. 4. Avaliação da Propriedade. 5. Projeto. 6. Tecnologias Produtivas. I. Botelho, Wagner Costa. II. Botelho, Renata Maciel. III. Título.

CDD 510

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
Ano 2021

PREFÁCIO

Caro leitor,

Essa obra traz uma coletânea da participação dos autores em desenvolver artigos correlatos a matemática aplicada na engenharia de produção, dentro de uma abordagem generalista. Nas páginas que seguem, o leitor entenderá como a matemática está intrínseca nos processos produtivos das engenharias, em especial a de produção. Espera-se que o leitor viaje no mundo dessas interações ou seja, nas interdisciplinaridades.

Boa leitura.

Wagner Costa Botelho

Renata Maciel Botelho

SUMÁRIO

RESUMO

Este livro tem como objetivo, apresentar uma coletânea de artigos onde a matemática aplicada na engenharia de produção, se faz numa abordagem generalista. Desse modo, nós autores, esperamos que o leitor aproveite em um único local, temas correlacionados.

PALAVRAS-CHAVE: Matemática, Programação Linear, Tempos e Métodos, Avaliação da Propriedade, Projeto, Tecnologias Produtivas.

UMA FERRAMENTA MATEMÁTICA PARA ANÁLISE CRÍTICA DO CICLO DE VIDA DE UM SOFTWARE: METODOLOGIA 2E2S

RESUMO: A gestão da qualidade consiste em uma estratégia orientada, que visa a organização sistemática dos processos em uma instituição. Na engenharia da computação, este conceito objetiva garantir a qualidade do *software* através da definição e normatização de processos de desenvolvimento. Desta forma, grande parcela das metodologias de qualidade existentes tem seu cerne voltado à avaliação de processos, e são utilizadas como forma de encontrar possíveis defasagens e oportunidades de melhoria. No entanto, esse trabalho busca elucidar uma diferente perspectiva para a análise qualitativa deste ramo de atividade onde, além de aplicação dos principais fundamentos da matemática, da qualidade no ciclo de vida do *software,* também busca alinhar as melhores práticas da segurança da informação para a sustentabilidade dos negócios caso haja algum tipo de falha, independentemente de onde possa ocorrer. Esta nova estrutura analítica visa encaminhar o *software* para a excelência, de maneira continua, mesmo que sejam atingidos todos os quesitos da metodologia, sendo necessária a recorrência da aplicação das etapas propostas sobre o software para a garantia da continuidade dos negócios.
PALAVRAS-CHAVE: *Software*, Eficiência e Eficácia, Satisfação do Cliente, Segurança da Informação, Modelo Matemático.

1 I INTRODUÇÃO

Os autores dessse trabalho acompanharam o desenvolvimento tecnológico desde o início de suas trajetórias profissional, ou seja, desde a criação da internet, desde a época que a rede de informações ainda embrionária era acessada através das “BBSs” por telefone discado conectado a um modem analógico com transmissão assíncrona de dados a uma velocidade de 1.200 bits por segundo.

Ao longo das últimas três décadas, pela vivência profissional e acadêmica dos autores dessa pesquisa (Engenharia da Qualidade, Engenharia de Produção e Matemática) pode ser observado que o panorama geral do setor apresenta situações críticas de falhas que tem potencial para comprometer a continuidade de negócios empresariais após incidentes técnicos.

Por conta dessas falhas, foi percebido que os indicadores matemáticos que medem a qualidade de um *software* são insuficientes para uma análise estruturação matemática mais profunda, a respeito de suas causas e efeitos, bem como os respectivos métodos de correção.

Em decorrência disto, esse trabalho apresenta uma nova metodologia para análise crítica de ciclo de vida de um *software*, abordada mais amplamente, onde serão associados os processos primordiais do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP, 2016) e os padrões internacionais de desenvolvimento de *software* (ISO 12207 e 25010). Estes, por sua vez, são categorizados nos pilares: Eficiência, Eficácia, Satisfação do cliente e Segurança (2E2S), com foco na segurança da informação, modelagem matemática, sustentabilidade e no planejamento da continuidade dos negócios.

Baseado na premissa de que as normas, genericamente, visam estabelecer uma efetiva comunicação entre os setores envolvidos no planejamento e desenvolvimento de

um produto, estes princípios serão direcionados para a análise processual na composição de um *software*, buscando relacionar todas as etapas do processo aos fundamentos primordiais definidos por meio da teoria 2E2S, como controle de deadlines e cronogramas, buscando a redução ao mínimo da possibilidade de existência de modos de falha, além da minimização dos riscos pertinentes a este processo.

Desta forma, será analisado o ciclo de vida de um *software*, através do ponto de vista da melhoria continuada, com o propósito principal de estabelecer uma relação "ganha-ganha" entre desenvolvedor e empresa, através da relação inversamente proporcional entre a utilização de recursos e a obtenção de resultados. Para isso, serão utilizadas as principais fases do APQP, que compreendem o planejamento, projeto, verificação, validação, feedback e ações corretivas, associando-as às principais fases de desenvolvimento de *software*, de forma a realizar uma análise quantitativa destes conceitos através de uma metodologia de desenvolvimento autoral, considerando os itens mais importantes para a indicação de pontuação processual ao longo do ciclo de vida do *software*, com foco na segurança, sustentabilidade e continuidade dos negócios.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O APQP - sigla para o termo em inglês *Advanced Product Quality Planning* ou Planejamento Avançado da Qualidade do Produto – trata de uma série de procedimentos e técnicas usadas para gerenciar a qualidade durante a cadeia produtiva. Estes procedimentos foram desenvolvidos e padronizados pela AIAG (*Automotive Industry Action Group*, 2008), formado por três das empresas de maior reconhecimento do ramo automotivo – mais conhecidas como *Big Three*: General Motors, Ford, Chrysler e seus fornecedores.

Atualmente, a metodologia estabelecida pelo APQP (figura 1) é utilizada em empresas de diversos portes, especialmente no ramo automotivo, a fim de assegurar a qualidade dos produtos e processos desenvolvidos em sua planta, e é regida pelo manual de referência, atualmente em sua segunda edição, publicado no Brasil pelo IQA – Instituto de Qualidade Automotiva, órgão responsável por sua tradução e comercialização no país.



Figura 1 - Fases do APQP Fonte: APQP (2016)

Existe vasta literatura sobre desenvolvimento de produto e sobre o processo de desenvolvimento colaborativo. No entanto, a revisão bibliográfica realizada no presente estudo encontrou pouca literatura publicada sobre a metodologia de trabalho aplicada nas montadoras de veículos americanas, o APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto).

Não foram encontradas pelos autores dessa pesquisa, publicações que se assemelhassem à proposta de estudo e discussão de metodologia do APQP estabelecida no corrente trabalho.

No entanto, o APQP, bem como metodologias similares utilizadas em outras montadoras, é um instrumento que guia a gestão de desenvolvimento de inúmeras e relevantes empresas, observando-se também as consideráveis semelhanças nas fases de desenvolvimento propostas por Clark e Fujimoto (1991).

2.1 *Software*, definição e história

Softwares são instruções cuidadosamente organizadas através de códigos específicos, escritas por profissionais especializados, que permitem que equipamentos destinados ao processamento dessas informações, normalmente os computadores, estejam aptos a serem utilizados.

Basicamente, pode-se categorizar o *software* em duas esferas: a primeira, denominada sistema operacional (*Windows, Linux, IOS*, entre outros), que é responsável pelo controle, organização e administração de todos os recursos de um equipamento, permitindo a interação entre os usuários. A segunda se refere aos tipos de software, conhecidos como *softwares* de aplicação, que são programas específicos e especializados para cada tipo de atividade, como processamento de texto (*Microsoft Word*), imagens (*Adobe Photoshop*), tabelas (*Microsoft Excel*), entre outros.

Na década de 70, caracterizada pelo início da era digital e invenção dos microprocessadores, para desenvolver um *software* era necessário utilizar-se de uma técnica conhecida como programação estruturada. Em outras palavras, um método estrutural dividido em três partes: sequência, decisão e repetição, onde os desenvolvedores elaboravam apenas sub-rotinas e funções, de forma linear, com a lógica de desenvolvimento aplicada de cima para baixo, também conhecida por JSD, *Jackson Structures Programming*, em alusão ao seu criador Michael A. Jackson. Apesar de ainda ser usada para desenvolvimentos simples, diretos e rápidos, ela foi substituída na década de 90 pela *Object-oriented programming* (OOP), programação orientada a objetos.

Recentemente, a partir dos anos 2000, foram desenvolvidos diversos modelos de desenvolvimento de software com características distintas, porém todos em conformidade com o novo modelo de desenvolvimento de software, o qual é chamado de AUP, *Agile Unified Process*, ou seja, Processo Ágil Unificado.

Serão usadas as fases padrões de desenvolvimento de software como modelo de eficiência, onde será adotado como base o modelo em "cascata", proposto por Royce (1970), que possuem um padrão sequencial de desenvolvimento, onde todos os passos da etapa anterior são concluídos antes que a próxima se inicie. Vale lembrar que o modelo atual leva em conta o *feedback* de cada fase, influenciando as próximas para um melhor resultado (figura 2).

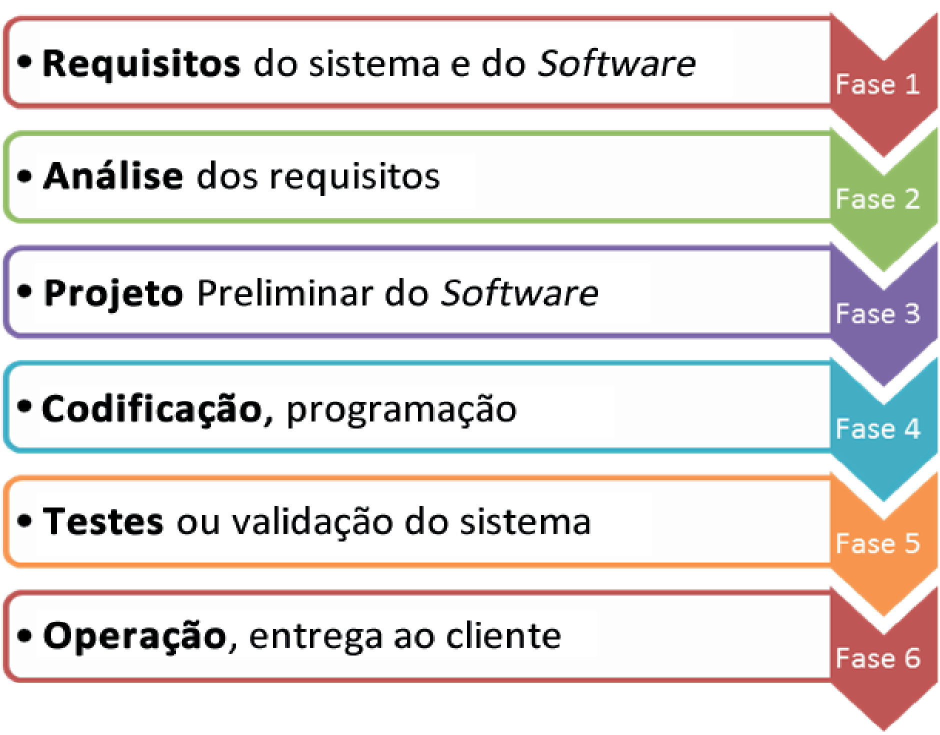


Figura 2 - Modelo em "cascata" ou Waterfall model Fonte: Royce (1970)

Para elucidar todos os pontos do embasamento teórico dado nessa pesquisa,

classificam-se como desenvolvedores os profissionais que estão envolvidos no desenvolvimento de uma aplicação, um *software* para computador.

2.2 Qualidade de *Software* segundo a ISO

Assim como em grande parte dos processos produtivos, a utilização de modelos e padrões internacionais de desenvolvimento que visem agregar melhorias substanciais ao resultado final, pode trazer resultados significativos no processo de desenvolvimento de *softwares*, influenciando diretamente na qualidade final do produto a ser entregue ao cliente, bem como no aumento da produtividade dos profissionais envolvidos durante o desenvolvimento do mesmo, gerando uma relação inversamente proporcional entre custo e valor agregado, de maneira que o custo seja sempre inferior ao valor do produto final.

No entanto, conforme exposto no item 2.2, existem vários padrões de desenvolvimento de *software*, sendo assim, para garantir que empresas desenvolvedoras de *software* tenham um processo de desenvolvimento adequado e que garanta certo grau de confiança e credibilidade aos compradores, foram criadas certificações como, por exemplo, a MPS.BR, que avaliam se o produto final atende às normas técnicas. Quando a avaliação tem resultado positivo, a empresa desenvolvedora recebe, por meio de uma certificação, o aval para elaboração do projeto, agregando valor e qualidade em seu produto final, o *software*.

Nessa pesquisa foi considerada como referência a norma técnica ABNT NBR ISO/IEC 12207:2009 - Engenharia de sistemas e *software* – Processos de ciclo de vida de *software*, que estabelece uma estrutura comum para os processos e atividades de desenvolvimento de *software* e a da norma ABNT NBR ISO/IEC 25010:2011 - *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation* (SQuaRE) - *System and software Quality models.*

2.3 ABNT NBR ISO/IEC 12207:2009 Engenharia de sistemas e *software*

A ISO/IEC 12207, desenvolvida pela *International Organization of Standardization*, em português, Organização Internacional de Normalização (ISO), é o documento internacional que exprime através de seu conteúdo as especificações técnicas, critérios, diretrizes e definições, utilizadas no processo de desenvolvimento de *software.*

Esta norma agrupa as atividades que podem ser executadas durante o ciclo de vida de *software*, fornecendo um conjunto abrangente de processos agrupados em três amplas classes: as fundamentais, as de apoio e as organizacionais, sendo cinco processos na classe fundamental, oito processos de apoio e quatro processos organizacionais, que visam ajudar empresas a compreenderem todos os componentes presentes na aquisição e fornecimento de *software* e, assim, estarem aptos a firmar contratos e executarem projetos de forma mais eficaz (figura 3).



Figura 3 - Processos do ciclo de vida Fonte: ABNT NBR ISO/IEC 12207:2009

2.4 Processos fundamentais de ciclo de vida.

- Processo de aquisição; Processo de fornecimento; Processo de desenvolvimento; Processo de operação; Processo de manutenção.

2.5 Processos de apoio de ciclo de vida

- Processo de documentação; Processo de gerência de configuração; Processo de garantia da qualidade; Processo de verificação; Processo de validação; Processo de revisão conjunta; Processo de auditoria; Processo de resolução de problema.

2.6 Processos organizacionais de ciclo de vida

- Processo de gerência; Processo de infraestrutura; Processo de melhoria; Processo de treinamento.

2.7 ABNT NBR ISO/IEC 25010:2011 Engenharia de *software*

É uma norma da qualidade de produto de *software*, composta por oito características, duas a mais do que a norma anterior (NBR ISO/IEC 9126:2003**),** que se relacionam entre si proporcionando uma terminologia consistente para a análise da qualidade do *software* (tabela 1).

Funcionalidade	• Adequação funcional
Eficiencia	• Ultilização de recursos
Compatibilidade	• Coexistencia com diversos Sistemas
Usabilidade	• Interface agradavel e de facil manuseio
Confiabilidade	• Tolerancia a falhas, maturidade
Segurança	• Integridade
Modularidade	• Testabilidade
Portabilidade	• Adaptabilidade

Tabela 1 - Oito características da ISO 25010 Fonte: ABNT NBR ISO/IEC 25010:2011

2.8 Segurança da Informação

Quando se fala sobre segurança da informação, também conhecida como InfoSec, se está falando em proteger as informações, ativos de uma empresa, no que diz respeito a sua confidencialidade, integridade e disponibilidade.

Quando se fala em confidencialidade, se está protegendo as informações no que se refere a sua divulgação para terceiros não autorizados. Já para a integridade das informações, se está protegendo essas informações para que não sejam alteradas por terceiros não autorizados e sua disponibilidade refere-se à disponibilidade dessas informações para pessoas autorizadas somente quando solicitadas.

2.9 Plano de Contingência

Em Tecnologia da Informação, um plano de contingência, também conhecido como *Disaster Recovery Plan* (DRP), é um plano reativo com diretrizes que devem ser tomadas quando operações são interrompidas por qualquer tipo ação, seja interna ou externa, assegurando a continuidade dos negócios.

Um bom plano de contingência relacionado com software leva em conta o *backup*, uma cópia representativa de todo código e banco de dados em um momento específico e sua recuperação, o *recovery*.

Uma boa estratégia de *backup* é essencial para a continuidade dos negocios, além de servir como proteção de dados em caso de falha de hardware, exclusões acidentais ou desastre, ou mesmo proteção contra alterações não autorizadas feitas por um intruso.

Um bom sistema de *Backup e Recovery* consiste em uma sequência de atividades interativas que necessitam de monitoramento e controle, descritas a seguir:

- Planejar e Preparar; Identificar os requisitos do backup; Selecionar e desenvol-

ver uma estratégia de backup; Implementar e aplicar essa estratégia de backup; Monitorar a estratégia; Testar recorrentemente a recuperação de dados.

Um bom sistema de backup, implementado, confiável, testado e redundante, permitirá o sucesso do plano de contingência e por consequência, um aumento na possibilidade de continuidade dos negócios.

2.10 Planejamento de Continuidade do Negócio

O planejamento de continuidade de negócio, também conhecido como BCP - *Business Continuity Planning*, envolve o desenvolvimento de um plano de contingência baseado em um relatório de análise de impactos nos negócios, conhecido como BIA - *Business Impact Analisys.*

No caso de interrupção dos processos organizacionais de uma empresa, ele foi projetado para garantir a recuperação das atividades empresariais em caso de falhas críticas em um nível aceitável de operação dentro de um prazo pré-definido minimizando, assim, o impacto das perdas para a organização.

O planejamento de continuidade dos negócios é um processo cíclico que envolve os seguintes passos: Identificação crítica das atividades da empresa; Avaliação de risco de continuidade dos negócios; Desenvolvimento de um plano de Continuidade; Plano de aprovação e implementação.

2.11 Quinto poder

O Quinto poder é um termo controverso cuja pretensão inicial foi desenvolver um sistema de separação de poderes do governo proposto por Montesquieu em 1748 (QUINTO PODER, 2016). Existindo tal poder de caráter não oficial, há alguns candidatos a este quinto poder: um deles, objeto deste estudo, é a *Internet*.

A *internet* é um poderoso gerador de debates por vezes não democráticos, mas que atua na comunicação de massa e que promove a globalização. Não tem governança centralizada ou políticas de acesso e uso, sendo que cada rede constituinte define suas próprias políticas, impactando diretamente na educação, governos, publicidade e na ética, onde se verificam os crimes pela *internet* (*cyber-crime*) cometidos pelos *hackers* (HACKER, 2016).

Em informática, *hacker* é um indivíduo que se dedica intensamente em conhecer e modificar os aspectos mais internos de dispositivos, programas e redes de computadores.

Graças a esses conhecimentos, um *hacker* frequentemente consegue obter soluções e efeitos extraordinários, que extrapolam os limites do funcionamento «normal» dos sistemas como previstos pelos seus criadores, podendo alterá-los, mudar suas funções, acessar informações, efetuar espionagem industrial ou, até mesmo, remover o sistema de operação.

Na *Deep Web*, uma *internet* de quarto nível não indexada e oculta, utilizada normalmente por pessoas que tem a necessidade de manter o sigilo de informações e o anonimato, é onde são encontrados *hackers* dispostos a compartilhar informações para derrubar sites, expor dados, cometer fraudes, sequestros de dados, chantagem, falsificação ou mesmo apropriação indevida, também conhecidos como *Cyber-crimes*, utilizando para

isso a *internet* como ferramenta de base de ataque.

Vale lembrar que *hackers* podem ser profissionais de segurança da informação que atuam para melhorar a segurança de sistemas computacionais ou *cyber* criminosos: tudo vai depender do caráter do mesmo.

2.12 *Penetration Test - Pentest*

O *Pentest*, também conhecido como teste de Intrusão, normalmente executado por um profissional de segurança da informação, tem como objetivo encontrar vulnerabilidades em sistemas*, software,* redes e empresas, aumentando a segurança desses sistemas (PENTEST, 2016).

Esses testes são executados sem dados de acesso, logins, senhas ou qualquer tipo de informação que facilite este trabalho, pois a ideia é justamente que se descubram vulnerabilidades expostas pelo sistema em estudo.

A principal diferença entre um *Pentester* (testador de penetração) e um *Cyber* criminoso é a permissão. O Pentester terá a permissão do proprietário para acessar os recursos de computação que estão sendo testados e será responsável para fornecer um relatório com as vulnerabilidades encontradas e as possíveis soluções para resolver cada uma delas.

3 | METODOLOGIA

A metodologia é fundamentada na associação entre os fatores definidos com base na eficiência, eficácia, satisfação do cliente e segurança, que impactarão diretamente no ciclo de vida do *software*, compreendendo os processos desde sua concepção, passando por sua manutenção e reconquista de clientes, segurança da informação, plano de contingência, até a continuidade dos negócios em caso de ataques cibernéticos, *cyber crimes*, e que, através de índices matemáticos que possam quantificar tais fatores, pode-se estabelecer uma base genérica para análise e melhoria contínua do ciclo de vida de um *software* e, também por intermédio deste indicador numérico, determinar a propensão de sucesso do mesmo.

Esta metodologia baseia-se em pontuações adquiridas por meio de indicadores matemáticos chave, chamadas *Key Performance Indicators* – KPI. Estes, por sua vez, são baseados nos tópicos enumerados na tabela 2, de forma a prover uma conversão de características qualitativas do processo, resultando em indicações quantitativas que serão analisadas por meio de uma matriz matemática pré-definida de resultados.

3.1 Aplicação da Metodologia

Levando em conta que eficiência está diretamente relacionada à gestão dos recursos e a eficácia tem a mesma relação com resultados, esta nova metodologia está estruturada em pilares básicos, nomeados como 2E2S. Dentro de cada um destes pilares, foram categorizados os princípios apresentados no quadro teórico e, baseadas nesta categorização, foram definidas pontuações específicas que servirão como métricas matemáticas universais do processo durante a realização do mesmo.

Como exposto anteriormente, os pilares da metodologia proposta são:

- Eficiência baseada na gestão de recursos;
- Eficácia baseada em resultados;
- Satisfação do Cliente levando em conta suas avaliações e Feedbacks;
- Segurança (2E2S), baseado na credibilidade da Tecnologia da Informação empregada no projeto.

3.2 Pilares do 2E2S

Com o intuito de esclarecer cada métrica exercida no decorrer do processo de avaliação, serão enumerados os relacionamentos estabelecidos para formulação de cada KPI, bem como a justificativa para o grau de importância de cada indicador no resultado final.

- Eficiência: São considerados como elementos substanciais na composição do indicador de eficiência todos os fatores que tem relação, mesmo que mínima, com a gestão de recursos utilizados no projeto. Assim, considerando as fases de desenvolvimento do APQP, foram elencadas as etapas de Planejamento e Projeto, que englobam a gerência de Requisitos, Análise, Projeto e Codificação (fases do macroprocesso de desenvolvimento do Software), além das características de Funcionalidade, Eficiência, Compatibilidade, Usabilidade e Modularidades, presentes na ISO 25010 e a combinação com os subprocessos de Aquisição, Fornecimento, Documentação e Definição de Infraestrutura. O agrupamento de todos estes elementos definirá os quesitos necessários para pontuação da Eficiência;
- Eficácia: Da mesma maneira, foram organizadas todas as hipóteses relacionadas a resultados dentro deste elemento, iniciando pelas etapas de Verificação e Validação do APQP, complementando-as com as fases de Testes e Operações do desenvolvimento geral de *software,* que também foram equalizadas à mesma categoria os processos de Operação, Verificação e Validação presentes na ISO 12207;
- Satisfação do Cliente: Para definição do índice relacionado a este fator, levaram-se em conta todas as atividades e processos capazes de recolher opiniões, experiências e Feedbacks dos clientes, claramente expostos nas fases de *Feedback* e Ações Corretivas do APQP, confiabilidade da ISO 25010 e processos "pós" entrega da ISO 12207, como Manutenção, Revisão, Auditoria, Resolução de Problemas, Melhorias e Treinamentos;
- Segurança: Com o avanço iminente do que foi definido anteriormente como quinto poder, tornaram-se fatores primordiais os sistemas de segurança utiliza-

dos no decorrer de todo o ciclo de desenvolvimento e vida do *software*. Assim, pode-se destacar este fator como inerente a todos os outros pilares levantados nos itens anteriores, ocorrendo de maneira paralela e concomitante, porém influindo de maneira muito decisiva para o alcance de bons índices ao final do processo de análise, além da continuidade dos negócios.

O *software* deve estar preparado com um plano de contingência para ser utilizado caso tenha alguma situação de interrupção, como um problema no *hardware*, um ataque cibernético, entre outros.

Para garantir a sobrevivência do mesmo é necessária a gestão de Continuidade de Negócios (GCN), que é uma parte da gestão de riscos estratégicos e uma necessidade básica da gestão moderna, que serve para proteger investimentos, marcas, pessoas, tecnologias e informações, aumentando a resiliência empresarial.

Não se trata apenas de garantir a continuidade da tecnologia da informação e comunicação (TIC) que suporta o negócio: se trata de agregar valor à Governança Corporativa e fornecer meios e informações para a proteção da viabilidade do negócio

3.3 Considerações Adicionais sobre a Metodologia

Conforme o modelo de cascata proposto por Royce (1970), serão alinhadas as etapas do processo APQP buscando a redução dos possíveis modos de falha e também a minimização dos riscos para o 2E2S.

Para isso serão trabalhadas as principais fases do APQP, que são o Planejamento, Projeto, Verificação, Validação, *Feedback* e Ações Corretivas pois, segundo Rozenfeld (2006), o processo de desenvolvimento do produto, em particular suas primeiras fases, é fundamental para determinar todo o custo do projeto, inclusive o custo do produto final: neste caso, o desenvolvimento de um *software.*

Sendo assim, compreendidas as necessidades do cliente, que neste caso é um contratante adquirindo um software para a gestão de sua organização, serão aplicadas as cinco fases do APQP relacionadas a seguir:

- Executar o Planejamento, que seria a escolha das metodologias utilizadas;
- Verificar e organizar os dados colhidos em campo e fornecidos pelo contratante;
- Validar todos os processos por meio de testes no sistema e na segurança;
- Usar como Feedback os resultados obtidos na implementação do sistema junto aos usuários;
- Desenvolver as Ações Corretivas, que serão possíveis para realizar correções e adequações no software, além da melhoria em todo o ciclo de desenvolvimento do software.

<table>
<tr><th>FASES APQP</th><th>FASES SOFTWARE</th><th>ISO 25010</th><th>ISO 12207</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Planejamento</td><td rowspan="2">Requisitos</td><td>Funcionalidade</td><td>Aquisição</td></tr>
<tr><td>Eficiência</td><td>Fornecimento</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Análise</td><td>Compatibilidade</td><td>Documentação</td></tr>
<tr><td>Usabilidade</td><td rowspan="2">Infraestrutura</td></tr>
<tr><td>Modularidade</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Projeto</td><td rowspan="2">Projeto</td><td rowspan="4">SEGURANÇA</td><td>Desenvolvimento</td></tr>
<tr><td>Configuração</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Codificação</td><td>Qualidade</td></tr>
<tr><td>Gerência</td></tr>
<tr><td>Verificação</td><td>Testes</td><td rowspan="3"></td><td>Operação</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Validação</td><td rowspan="2">Operação</td><td>Verificação</td></tr>
<tr><td>Validação</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Feedback</td><td rowspan="6"></td><td rowspan="6">Confiabilidade</td><td>Manutenção</td></tr>
<tr><td>Revisão</td></tr>
<tr><td>Auditoria</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ações Corretivas</td><td>Resolução de Problema</td></tr>
<tr><td>Melhoria</td></tr>
<tr><td>Treinamento</td></tr>
</table>

Tabela 1 – Matriz Matemática para Cálculo 2E2S

3.4 Indicadores matemáticos de desempenho

Esta metodologia está estruturada em pilares básicos, 2E2S. Em cada um destes pilares se encontram alguns dos princípios de cada fundamento definindo pontuações específicas, que servirão como indicadores matemáticos para a aplicação da metodologia.

- Os indicadores matemáticos de Eficiência (E1), que são baseados na gestão de recursos, são: Planejamento, desenvolvimento, funcionalidade e documentação;
- Os indicadores matemáticos da Eficácia (E2), que são baseados em resultados, são: Verificação e validação;
- Os indicadores matemáticos de Satisfação (S1) do Cliente são: Feedbacks, ações corretivas, confiabilidade e melhorias;
- Os indicadores matemáticos de Segurança (S2), baseados na credibilidade da Tecnologia da Informação empregada no projeto, são: Confidencialidade, Integridade, Disponibilidade, Vulnerabilidade, Plano de Contingência, Planejamento de Continuidade do Negócio e Pentest.

3.5 Validação da Metodologia

Com o propósito de verificar a aplicabilidade da metodologia 2E2S, optou-se por realizar uma auditoria dos processos do *software QualityManager*®, em prol da identificação dos pontos falhos (e de melhoria) que pudessem contribuir para definição das estratégias de crescimento da ferramenta.

Através dos pilares definidos na metodologia, será utilizada a pontuação obtida no final da análise crítica por meio da matriz analítica para posicionar o *software QualityManager*® de acordo com sua performance ao longo do processo, utilizando-se de todos os conceitos enumerados para avaliação dos pontos falhos e de melhoria dentro da ferramenta utilizada no estudo de caso. Assim, pretende-se identificar especificamente os pontos responsáveis pelo comprometimento do projeto.

3.6 Aplicação do 2E2S no *Software QualityManager*®

Como parte da metodologia de análise, para realizar a conversão dos índices qualitativos em quantitativos, é necessário avaliar cada indicador matemático de maneira binária, atribuindo nota 1 para os indicadores matemáticos que foram considerados satisfatórios e 0 para os que não atendem o requisito.

Para cada parâmetro, precisam ser somados os resultados encontrados e, em seguida, fazer a divisão do resultado pelo número de indicadores matemáticos utilizados.

Cada pilar corresponde à somatória de todos os seus indicadores matemáticos internos, totalizando no máximo 25% do processo total.

1° passo – Cálculo matemático dos indicadores

$$(E1.1 + E1.2 + E1.3 + E1.4) / 4 = E1 \quad (1)$$

$$(E2.1 + E2.2) / 2 = E2 \quad (2)$$

$$(S1.1 + S1.2 + S1.3 + S1.4) / 4 = S1 \quad (3)$$

$$(S2.1 + S2.2 + S2.3 + S2.4 + S2.5 + S2.6) / 6 = S2 \quad (4)$$

2° passo – Cálculo matemático do índice 2E2S

Somar as equações: eq. (1) + eq. (2) + eq. (3) + eq. (4) e dividir por 4.

$$(E1 + E2 + S1 + S2) / 4 = X \quad (5)$$

Multiplicar o resultado da eq. (5) por 100 obtendo assim o índice 2E2S.

$$X * 100 = \text{Índice 2E2S} \quad (6)$$

Com base no resultado da eq. (6), verificar na tabela 2 em qual intervalo o índice se enquadra e a sua classificação segundo a metodologia proposta.

Nível	Intervalo	Descrição
1	0 a 25%	Mude de ramo ou profissão

2	26 a 50%	Você precisa contratar profissionais qualificados
3	51 a 75%	Está faltando um pouco de dedicação
4	76 a 86%	A vida útil de seu *software* deve acabar em breve
5	87 a 95%	Muito bem, você vai chegar lá!
6	96 a 99%	Parabéns, você tem um ótimo produto.
7	100%	Seu produto atingiu a EXCELÊNCIA.

Tabela 2 - Classificação 2E2S

A análise de aplicação do método consiste na validação precisa dos pontos críticos que compõem a elaboração dos resultados aplicados no gráfico analítico 2E2S, diagnosticando a propensão de sucesso do *software*. Desta forma, os resultados deste estudo serão elencados por tópicos, dispostos de maneira clara e objetiva, visando a contribuição nas decisões estratégicas da empresa detentora/desenvolvedora.

Seguindo a cronologia da metodologia, será apresentada uma árvore dos pontos notórios do processo, desde sua fundamentação tecnológica até a entrega e satisfação ao cliente final.

3.7 Resultado da metodologia no *QualityManager®*

Após concluir a análise dos processos do *software QualityManager®*, foi elaborado o relatório da tabela 3.

PILAR 2E2S	INDICADOR	NOTA	MÉDIA
Eficiência (E1)	Planejamento	1	0,75
	Desenvolvimento	1	
	Funcionalidade	1	
	Documentação	0	
Eficácia (E2)	Verificação	1	1
	Validação	1	
Satisfação (S1)	*Feedbacks*	0	0,75
	Ações corretivas	1	
	Confiabilidade	1	
	Melhorias	1	
Segurança (S2)	Confidencialidade	1	1
	Integridade	1	
	Disponibilidade	1	
	Vulnerabilidade	1	
	Plano de Contingência	1	
	Planejamento de Continuidade do Negócio	1	
		Média Final	**3,5/4**
		ÍNDICE 2E2S	**87,5 %**

Tabela 3. Resultado 2E2S *QualityManager®*

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade de um *software* não se atinge de forma natural. Além de um bom processo para desenvolvê-lo baseado nas melhores práticas da ISO, sua implementação e sustentabilidade (*disaster recover*) são partes importantes para a longevidade desta aplicação.

Quando se fala sobre segurança da informação, isso significa proteger as informações no que diz respeito à sua confidencialidade, integridade e disponibilidade. Não se trata apenas de garantir a continuidade da tecnologia da informação e comunicação (TIC) que suporta o negócio, mas se trata de agregar valor à Governança Corporativa e fornecer meios e informações para a proteção da viabilidade do negócio.

Como demonstrado, a metodologia 2E2S auxilia matematicamente na organização das informações dos metodos de desenvolvimento listando e registrando, de forma organizada e abrangente, as fases de desenvolvimento de software. Acrescenta ainda um terceiro fator que é a segurança, relacionada diretamente com a sustentabilidade do negócio.

A utilização desta metodologia auxilia matematicamente na identificação do que pode ser considerado o fator determinante da ocorrência do sucesso, fator este que por vezes pode ser ocultado pela falta de atenção em todos os aspectos que ocorrem dentro do ciclo de vida do software.

Verificou-se ainda que, após a aplicação do método 2E2S no *software QualityManage*r®, foram identificados seus principais problemas e falhas, além de se perceber a necessidade de criar planos de contingência mais eficazes e aumentar o fator segurança com relação à programação e a segurança das informações.

Como visto, é necessária a implantação da metodologia 2E2S de forma cultural na empresa, realizando-a periodicamente, com o propósito de detectar novos pontos falhos antes que possam causar quaisquer prejuízos à estrutura geral do *software*. Desta forma, após a correção das falhas apontadas no relatório da autoria do *software*, foi realizada uma nova auditoria baseada na metodologia 2E2S, verificando se o *QualityManager*® atingiu a excelência segundo o 2E2S, ou se serão necessários outros planos de ações para que se possa considerar que o software atingiu o ciclo de vida sustentável.

Através do exposto nessa pesquisa, um *software* obteve sua excelência quando todo seu ciclo de desenvolvimento foi analisado sob a ótica da eficácia, da eficiência, da satisfação do cliente e da segurança ao mesmo tempo, pois são elas que dão a sustentabilidade para os negócios da empresa. Mais do que isso, o aperfeiçoamento das técnicas para que os índices sejam mantidos próximos aos índices máximos, contribui extraordinariamente para a continuidade dos negócios, uma vez que a vida cíclica do *software* será sempre preservada.

Para a utilização do 2E2S, deverá ser contemplado o segmento de mercado no qual a organização está inserida, merecendo maior atenção em casos especiais, entendidos como atípicos, onde existem regras intrínsecas para cada segmento de mercado.

Vale lembrar que o processo de desenvolvimento de *software* é, antes de tudo econômico, e o profissional que irá aplicar a metodologia deverá se valer da criatividade,

sempre com bom senso e equilíbrio.

A metodologia proposta neste trabalho tem uma abordagem experimental para tentar explicar um raciocínio dedutivo, onde a conclusão ratifica apenas as premissas iniciais requerendo um longo e contínuo trabalho para se chegar a um bom resultado.

Para fins de melhoria e agregação de valor ao 2E2S, foi criado o endereço para compartilhamento desta metodologia – http://www.2e2smodel.com/ – e assim, a partir do conhecimento da comunidade, serão acrescidas novas ideias e possibilidades que consequentemente resultarão em um aumento da confiabilidade e abrangência deste método analítico. Com esta medida, é possível conservar e corroborar, cada vez mais veementemente, a premissa de melhoria contínua da qualidade processual.

Ainda que, num primeiro momento, o foco esteja no desenvolvimento de aplicações, existe a possibilidade de estender estes parâmetros de análise a outras áreas de desenvolvimento, utilizando como argumento o caminho lógico adotado para elaboração deste estudo.

REFERÊNCIAS

APQP. *Advanced Product Quality Planning ou Planejamento Avançado da Qualidade do Produto.* Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Advance_Product_Quality_Planning. Acesso em: 12 Março 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 12207. *Engenharia de sistemas e software - Processos de ciclo de vida de software.* Válida a partir de Abril de 2009.

AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP (AIAG). *Advanced Product Quality Planning and Control Plan*, 2ª edição, 2008. EUA.

CHIAVENATO, I. *Recursos humanos na Empresa: pessoas, organizações e sistemas.* 3.ed. São Paulo: Atlas, 1994. p. 67-76.

CLARK & FUJIMOTO, T. *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

DRUCKER, Peter F. *Introdução a Administração*. 2ª reimpressão da 1° ed. de 1.988. São Paulo: Thomson, 2002.

HACKER. Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Hacker. Acessado em 10 de Junho de 2016.

IQA - INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA. *Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) e Plano de Controle Manual de referência*. 2 ed. Michigan: AIAG, 2008.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **NBR ISO/IEC 25010**. *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)* - System and software quality models. Válida a partir de Março de 2011.

ISO/IEC 12207. Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_12207. Acesso em: 13 Abril 2016.

ISO/IEC 25010:2011 *Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models.* Origem: ISO Store. Disponivel em: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=35733. Acesso em: 1 Maio 2016.

PENTEST, Penetration Testing: *Assessing Your Overall Security Before Attackers Do*. SANS Institute InfoSec. June 2016.

QUALITYMANAGER®, *Software. Software para gestão da qualidade.* Disponível em http://www.qualitymanager.com.br, 2016.

QUINTO PODER. Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Quinto_poder. Acessado em 10 de Junho de 2016.

ROYCE, Winston W. *Managing the Development of Large Software Systems, Proceedings of IEEE WESCON* 26 (August): 1–9, 1970.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. e outros – *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria do processo.* São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

USO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA DEFINIÇÃO DO MIX DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA TEXTIL

RESUMO : O presente trabalho tem como objetivo encontrar uma solução rentável para o mix de produção de uma empresa especializada na confecção de tecidos, para que não haja sobras / rebarbas de tecido, as quais impactam o meio ambiente. Tornando assim o processo mais limpo. O grande desafio da indústria é a produção de três produtos seguidos com as limitações de custo, desenvolvimento, corte, costura, acabamento e a capacidade de produtiva de cada produto que diluem em particularidades e artifícios distintos aos métodos de produtividade. O estudo trata do método de programação linear que foi desenvolvida com o auxílio do software Excel e da ferramenta solver para se maximizar o lucro da empresa, reduzir os custos pertinentes as restrições de fabricação e reduzir o descarte. O resultado da aplicação, foi melhor do que o esperado ficando 7% acima da meta estipulada para o ano, mesmo após um péssimo primeiro trimestre de análise.
PALAVRAS-CHAVE: Mix de produção, programação linear e planejamento.

1 I INTRODUÇÃO

Produzir vestuário causa uma grande quantidade de resíduos de tecidos que podem ser utilizados para na elaboração de novos produtos. A instabilidade financeira no Brasil faz com que as empresas de diversos segmentos implantem, diante de um cenário socioeconômico negativo, estratégias para aumentar a produtividade sem elevar os custos com matéria prima e mão de obra.

Na indústria têxtil, a qual conforme o Sindicato das Indústrias de Fiação e Tecelagem do Estado de São Paulo (Sinditêxtil-SP) possui aproximadamente 5,5 mil confecções, não é diferente, esse cenário preocupa as indústrias de modo geral, pois a incerteza da economia faz com que reavaliem a capacidade produtiva e reduzam os custos operacionais, bem como o desperdício de material, sendo que diariamente 25 toneladas de retalho de tecidos, vão para os aterros sanitários de São Paulo.

Em um papel fundamental dentro da organização, a administração da produção é quem gerencia máquinas e processos, matéria prima, melhores recursos, desempenho, produtividade e a perda de material, por meio de um planejamento rentável onde as simulações e comparações direcionam os caminhos que a empresa deve seguir através de uma programação do mix produtivo, tratado como uma vantagem competitiva para as organizações.

Os métodos de programação linear na indústria tem sido uma eficiente solução para programação da produção. Lachtermacher (2008) afirma que o uso de tecnologias como planilhas eletrônicas tem facilitado a tomada de decisão sem que seja necessário o apoio de estudiosos da área de informática. Em se tratando de empresas que operam com amplo mix de produto. Junior, Viega, Oliveira, & Simões (2015) apontam que o método de otimização para um mix de produto é voltado para produtos com maior valor agregado visando faturamento aumentado e satisfação dos clientes. Stacanelli, Moura, Silva, Silva, & Silva (2012) consideram que as empresas devem buscar a diferenciação entre si por meio de métodos, políticas e ações que otimizem os lucros além de melhorar os padrões de qualidade visto a necessidade de concorrência entre empresas e a disseminação de

tecnologias novas. Para Lierberman (2006) o método científico é utilizado para diagnosticar o que mais impacta na empresa quando em situações emergenciais.

Esse processo se inicia sob o ponto de mineração de dados bem como com a formulação cuidadosa do problema. Segundo Kyushima, Fonseca, Barreiros, Pinheiro, & Santos (2015), a tomada de decisão é afetada por diferentes fatores, dentre eles: tempo, investimento, planejamento, meta, risco e política empresarial.

De acordo com Milhomem, Porto, Machado, Lima, & Teixeira (2015) o objetivo da Pesquisa Operacional é diagnosticar recursos que proporcionem o aumento do lucro e a diminuição dos custos dentro do sistema de produção. A disponibilidade dos produtos e a grande variedade destes no ponto de vista financeiro e estratégico podem contribuir e garantir uma melhor performance no mix de produtos, esse desempenho também está relacionado com os retalhos descartados irregularmente, deixados em sacos plásticos que se nas ruas, entopem bueiros.

2 I METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa exploratória teve extrema importância na apuração das informações para a análise da problemática, na aplicação das ações e no levantamento dos dados para estudo do caso mais detalhado.

A pesquisa tem por finalidade resolver um problema que vem se agravando no momento que se estabelece o mix de produção. As ordens de fabricação são geradas e entregues para produção. Entretanto, no momento em que se estabelecem quais modelos se produzir, os objetivos definidos acabam satisfazendo a demanda e não os objetivos da empresa de estabelecer melhor aproveitamento da mão de obra, de tempo de maquinas durante os processos de produção e o desperdício de material, por vezes descartado a céu aberto.

No cenário atual são fabricados diversos modelos em uma partida de produção, acarretando em maiores tempos de simulação e programação dos itens nas maquinas durante os momentos de entrada, de ordens e de cortes.

As grandes vantagens das partidas individuais por tipo de produto são: mensurar a real capacidade da produção, estabelecer parâmetros necessários para os métodos e processos, modelagem do mix de produção padrão. A padronização dos modelos é um diferencial para a empresa que quer implantar possíveis melhorias para obter melhor performance no processo de camisetas com menor sobra de material.

3 I DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Esta sessão aborda os tópicos que propõem a utilização de ferramentas que possam auxiliar no desenvolvimento e aplicação da pesquisa operacional.

O processo é iniciado com elaboração do esboço e designer feito no software Auto Cad que será fabricado. A criação é feita por um desenhista estilista que desenha o modelo solicitado pelo cliente e define, junto ao mesmo, qual matéria prima a ser utilizada, onde será produzida uma amostra inicial, onde serão realizados alguns ensaios e inspeção da

regularidade da matéria prima, e a conformidade com requisitos estipulados pelo cliente. Na modelagem é analisado no vestuário o caimento, recorte, acabamento, coloração.

A amostra inicial pode ser representada pelo fluxo do processo.

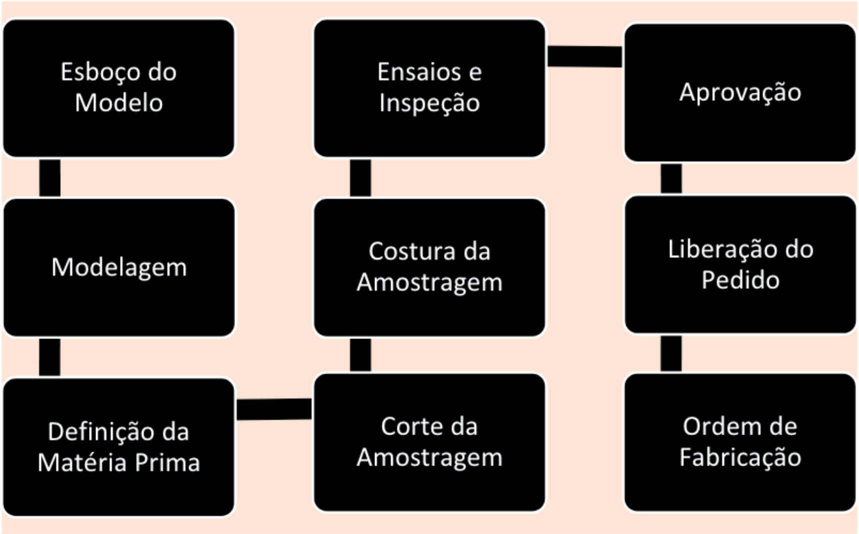


Fig. 1 - Fluxo do processo amostral.

Fonte: Dados da própria empresa em estudo

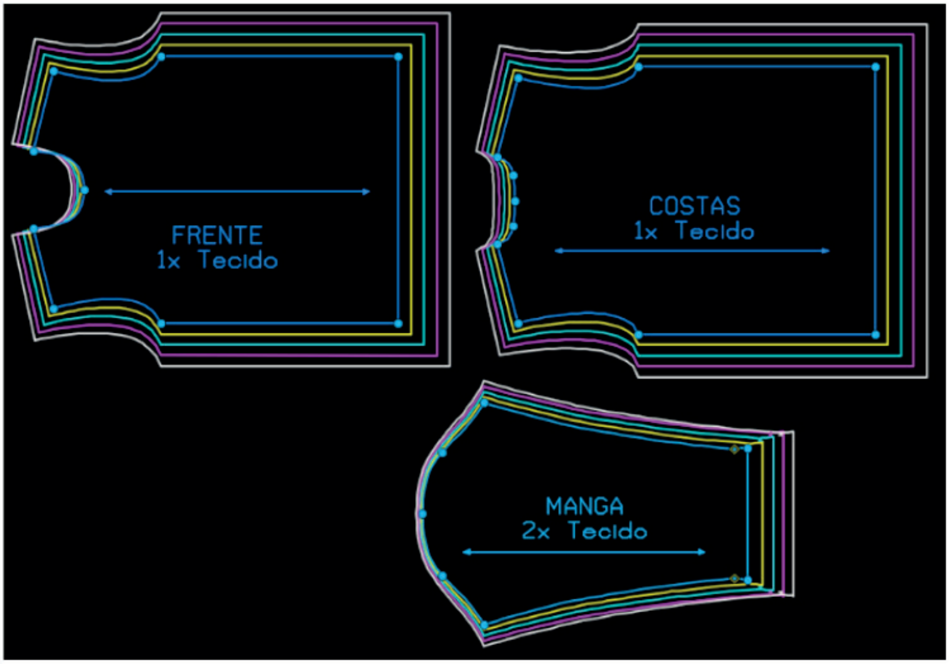


Fig. 2 - Desenvolvimento do desenho no Auto cad.

Fonte: Dados da própria empresa em estudo.

Após o processo de criação do designer, a confecção inicia em software especifico para modelagem e confecção de tecidos no que permite a graduação dos moldes, agilidade e precisão nos encaixes a fim de se obter maior produtividade e melhor aproveitamento da matéria prima.

Os modelos são encaminhados para produção junto com a requisição do almoxarifado, onde é realizada a separação da matéria prima e organização dos lotes para início ao corte do tecido através de ordem de fabricação que contém informações do cliente, material que será utilizado, trama, quantidade solicitada pelo cliente, operações sequenciadas e processos inerentes à fabricação dos moldes.

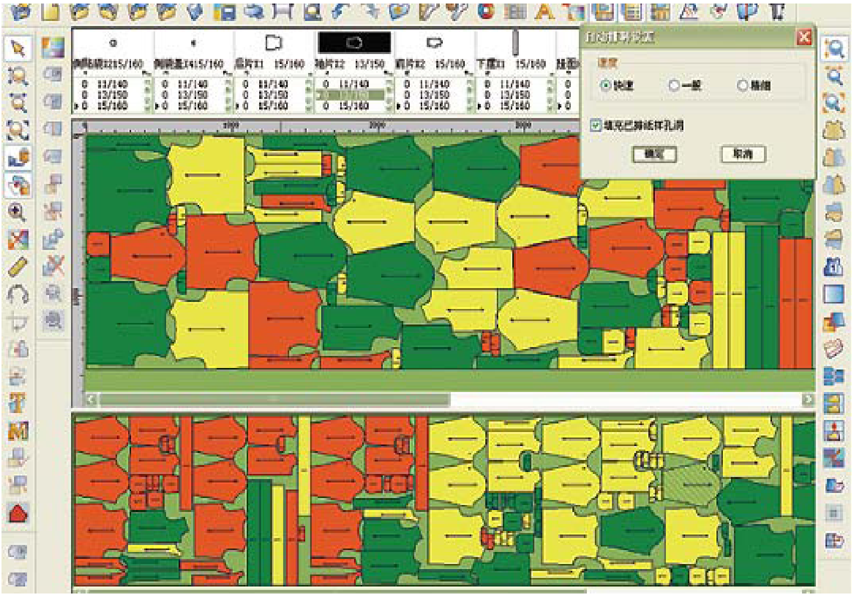


Fig. 3 - Programação no software RZ Cad Têxtil.

Fonte: Dados da própria empresa em estudo

3.1 Corte e costura do Tecido

A operação de corte dos moldes é realizada por um operador que faz todos os ajustes de setup necessários para iniciar o processo conforme as informações estipuladas na ordem de fabricação. Em seguida os moldes são cortados e segue para um setor de costura que faz união das partes, acabamento, passagem do modelo, embalagem e disponibiliza para entrega.

3.2 Estudo de caso

Após a liberação da amostra inicial e aprovação do cliente, os desafios são lançados para a empresa de confecção que tem que cumprir o prazo de entrega dos lotes de produção e extrair o melhor dos recursos disponíveis da indústria para atender a demanda e satisfazer o cliente. O objetivo da indústria é controlar os processos para diminuir os

tempos produtivos e desagregar os custos de mão de obra nas entradas e saídas dos materiais, para se obter uma produção eficaz e imprimir a velocidade na indústria por meio da escolha correta do mix de produção, considerando a menor sobra de tecido entre as peças. A escolha correta do mix de produção foi feita através do mapeamento do processo e análise dos principais tipos de matérias primas envolvidas na fabricação e recursos que iniciam o processo de transformação e demanda da empresa.

A empresa optou por usar os próprios recursos disponíveis da indústria. A Microsoft Excel, com uma interface gráfica de fácil interpretação, auxiliou na tomada de decisão. Conforme Soares & Assunção (2007), a ferramenta 'SOLVER', contida no software Microsoft ® Excel, permite que o usuário calcule o mix ótimo que maximiza a margem total de contribuição da empresa, considerando também as diversas variáveis que possam limitar o processo de produção. O estudo baseia-se na teoria da contabilidade de custos, utilizando para o cálculo do mix conceitos do custeio marginal.

Com a escolha do software foi possível desenvolver um modelo matemático para calcular o mix de produção. A eficiência e sensibilidade da ferramenta tornou a presente pesquisa em um plano de ação para auxiliar na tomada de decisão.

3.3 Definição do problema

A empresa busca o maior lucro possível fabricando três tipos de produtos de camiseta na composição dos tecidos denominados como Viscolycra, Piquet e Algodão. A camiseta de viscolycra tem um lucro de R$ 10.000,00 por cada lote de 100 peças. Já o Piquet possui lucro de R$ 13.000,00. O algodão, por sua vez, tem um lucro de R$ 7.000,00 por cada lote de 100 peças. Entretanto as máquinas 1, 2 e 3 tem capacidade de 20 toneladas, 22 toneladas e 21 toneladas, respectivamente. Os processos de desenvolvimento corte e costura correspondem à montagem do modelo que requer 2h para viscolycra, 1h para Piquet e 1h para Algodão. Devido aos fatores de composição dos tecidos o lote Camisetas de Viscolycra requer 3h para serem passadas, o lote Camiseta de Piquet necessita de 2h e o lote de Algodão 1h para esse processo.

A mão de obra da empresa é constituída por funcionários que realizam igualmente suas atividades em uma jornada de trabalho de 8 horas semanais, o planejamento da produção da linha ocorre a cada duas semanas de trabalho. Assim, o tempo dos funcionários é alocado parcialmente para a montagem e parcialmente para passagem.

A empresa estabeleceu o planejamento dos modelos de 88h à montagem não deveria ocupar mais do que 48 horas e passagem não deveria gastar mais do que 40 horas. Outra restrição são as limitações dos maquinários e capacidade produtiva de não mais do que 1 (uma) matéria prima por máquina não podendo ultrapassar a capacidade de 128 toneladas por equipamento.

Depois de realizar a análise da real situação da empresa e definir o problema, foi possível elaborar o modelo matemático para aplicar o método de maximização do lucro no software Excel com a ferramenta SOLVER.

3.4 Modelo matemático

A seguir, aplicação do modelo matemático do mix de produção no Microsoft Excel:

$$MAX\ Z = 10.000{,}00\ X1 + 13.000{,}00\ X2 + 7.000{,}00\ X3$$

Restrições:

$$2X1 + X2 + X3 \leq 48$$

$$3X1 + 2X2 + X3 \leq 40$$

$$20X1 + 22X2 + 21X3 \leq 128$$

$$X1 \leq 3$$

$$X2 \leq 3$$

$$X3 \leq 3$$

$$X1 ; X2 ; X3 \geq 0$$

Fig. 4 - modelo matemático do mix de produção no Microsoft Excel

Fonte: Dados da própria empresa em estudo

Abaixo a modelagem do mix de produção na ferramenta Microsoft Excel:

MODELAGEM DO MIX DE PRODUÇÃO					
RESTRIÇÕES	COEFICIENTES VARIÁVEIS				CONSTANTES
PROCESSOS E MATERIA PRIMA	Camiseta de Viscolycra X1	Camiseta de Piquet X2	Camiseta de Algodão X3	LHC	RHC
MONTAGEM (HS)	2	1	1	8	48
PASSAGEM E EMBALAGEM (HS)	3	2	1	13	40
MATERIA PRIMA 1	1	0	0	2	3
MATERIA PRIMA 2	0	1	0	3	3
MATERIA PRIMA 3	0	0	1	1	3
CAPACIDADE MAT. PRIMA (TON)	20	22	21	127	128
OBJETIVO MAX Z	R$ 10.000,00	R$ 13.000,00	R$ 7.000,00		
VARIÁVEL IDEAL	2	3	1	MAX Z =	R$ 66.000,00

Tab. 1 - modelagem do mix de produção na ferramenta Microsoft Excel

Fonte: Dados da própria empresa em estudo

Agora, o relatório gerado pela ferramenta Microsoft Excel:

3.5 Relatório de sensibilidade do mix produção

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas

Planilha: [MAXIMIZAR SIMPLEX.xlsx]Plan1

Relatório Criado: 15/10/2016 23:11:51

Resultado: O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.

Mecanismo do Solver

Mecanismo: LP Simplex

Tempo da Solução: 7,484 Segundos.

Iterações: 1 Subproblemas: 4

Opções do Solver

Tempo Máx. Ilimitado, Iterações Ilimitado, Precision 0,000001, Usar Escala Automática, Mostrar Resultados de Iterações

Subproblemas Máx. Ilimitado, Solução. Máx. Núm. Inteiro Ilimitado, Tolerância de Número Inteiro 1%, Assumir Não Negativo.

3.6 Dados gerados pela ferramenta Microsoft Excel no mecanismo solver.

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
$G$16	MAX Z = RHC	R$ 66.000,00	R$ 66.000,00

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
$C$16	VARIÁVEL IDEAL Camiseta de Viscolycra X1	2	2	
$D$16	VARIÁVEL IDEAL Camiseta de Piquet X2	3	3	
$E$16	VARIÁVEL IDEAL Camiseta de Algodão X3	1	1	

Tab. 2 - Dados gerados pela ferramenta Microsoft Excel no mecanismo solver.

Fonte: Dados da própria empresa em estudo

3.7 Analise do resultado de sensibilidade do Microsoft Excel no mecanismo solver

A primeira parte do relatório de sensibilidade, indica o tipo de problema - maximização - representada na cédula G16, valor apresentado e otimizado da função objetivo gerado pelos valores Camiseta de Viscolycra X1, Camiseta de Piquet X2 e Camiseta de Algodão X3 na solução ótima.

Os dados abaixo representam a segunda parte do relatório de sensibilidade, compostos pelas variáveis de decisão utilizando valor inicial e final relacionados pelas

cédulas C16, D16 e E16.

A terceira parte do relatório de sensibilidade, refere-se as restrições da problemática tratada do mix de produção. A célula indicada pela primeira coluna à esquerda representa os tipos de restrições calculadas pela soma de produtos variável ideal X1, X2 e X3 e os coeficientes variáveis Camiseta de Viscolycra X1, Camiseta de Piquet X2 e Camiseta de Algodão X3 resultando no produto da soma em LHC. A célula indicada pela coluna status refere-se à associação encontrada pelo software: o valor de RHC igual à zero. Isso representa que todos os recursos disponíveis foram utilizados conforme indicado na terceira linha da coluna Margem de Atraso no que se caracteriza na solução ótima.

3.8 Analise financeira

A empresa estipulou para o mix de Camisas Viscolycra, Piquet e Algodão uma meta orçamentaria de R$ 1.392.000,00 para o ano de 2016. O resultado no primeiro trimestre foi de R$ 306.000,00 ficando 12% abaixo da meta para o primeiro trimestre. Realizando uma projeção de receita para o ano de 2016, baseado no resultado do primeiro trimestre, nós iriamos realizar R$ 1.224.000,00 ficando 12,5% abaixo da meta do ano. Sendo assim, realizamos o estudo de caso e aplicamos os dados no software Excel utilizando a função SOLVER para maximizar o lucro, definindo quais peças deveríamos produzir mais levando em considerações todas as variáveis.

Restrições

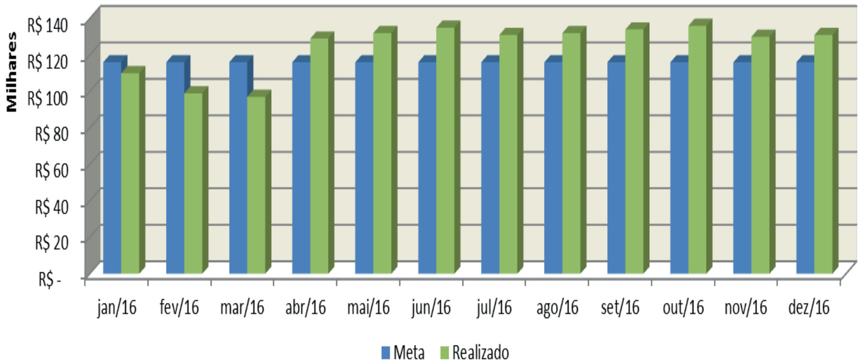
Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
$F$9	MATERIA PRIMA 1 LHC	2	$F$9<=$G$9	Não-associação	1
$F$7	MONTAGEM (HS) LHC	8	$F$7<=$G$7	Não-associação	40
$F$10	MATERIA PRIMA 2 LHC	3	$F$10<=$G$10	Associação	0
$F$8	PASSAGEM E EMBALAGEM (HS) LHC	13	$F$8<=$G$8	Não-associação	27
$F$11	MATERIA PRIMA 3 LHC	1	$F$11<=$G$11	Não-associação	2
$F$12	CAPACIDADE MAT. PRIMA (TON) LHC	127	$F$12<=$G$12	Não-associação	1
$C$16:$E$16>=0					

Tab. 3 – Análise financeira.

Fonte: Dados da própria empresa em estudo

O resultado foi de um lucro médio mensal de R$ 132.000,00, somando o realizado no primeiro trimestre e a solução dada pela ferramenta, terá um resultado para 2016 de R$ 1.496.000,00 ficando 7% acima da meta.

3.9 Gráfico meta x realizado



Graf. 1 – Análise financeira.

Fonte: Dados da própria empresa em estudo

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo de caso proposto tivemos êxito ao comprovarmos a possibilidade de que o mix possa superar sua meta em 7% que foi o estipulado para o ano de 2016, sem aumentar os custos apenas aperfeiçoando o processo de produção e (organização das entradas dos lotes, desenho, corte, costura e embalagem, possibilita a empresa em ter uma visão mais ampla quanto ao processamento das informações, gerenciamento e melhor apuração dos resultados quando se define método correto para definição do mix produtivo. O estudo possibilitou também novas análises nos demais casos dos produtos e melhoria continua nos métodos e processos na indústria. Esse estudo também possibilitou reduzir o descarte de rebarbas de tecido.

REFERÊNCIAS

Junior, Viega, Oliveira, & Simões. (13 de 10 de 2015). A Contribuição da Programação Linear e da Teoria das Restrições para o Planejamneto A Médio Prazo do Mix de Produção em Uma Fábrica de Refrigerantes. p. 18. Acesso em 04 de 09 de 2016, disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_211_250_28120.pdf

Kyushima, A. Y., Fonseca, E. C., Barreiros, E. C., Pinheiro, R. F., & Santos, Y. B. (12 de 10 de 2015). Aplicação da programação linear em uma empresa de exportação:. Uma análise voltada para a minimização de custos envolvidos nos insumos necessários para a comercialização dos produtos, p. 16. Fonte: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_219_27370.pdf

Lachtermacher, G. (2008). Pesquisa operacional na tomada de decisões. Rio de janeiro: Elsevier Editora Ltda.

lierberman, H. (2006). intrudução a pesquisa operacional . São Paulo: Ada Santos Seles.

Lima, M. C., & Souza, F. P. (21 de 10 de 2003). Inteligência Competitiva como Estratégia Empresarial em Micro e Pequenas Empresas. p. 8. Fonte: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0904_0700.pdf

Milhomem, D. A., Porto, M. L., machado, A. A., lima, a. c., & Teixeira, A. A. (16 de 10 de 2015). Utilização da programação linear e do método simplex para otimização da produção de pães em uma empresa de panificação. p. 14. Acesso em 04 de 09 de 2016, disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_211_250_27162.pdf

Schwarzer, M. M. (15 de Junho de 2014). Análise e Sugestões de Melhorias nos Processos. Junho de 2014., p. 67. Fonte: https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/734/1/2014MatiasMacielSchwarzer.pdf

Soares, C. A., & Assunção, J. F. (2007). Definindo o Mix de Produção Utilizado os Conceitos da Margem de Contribuição e com o Auxílio do Excel®: Um Estudo Realizado em uma Empresa de Confecção da Cidade de Divinópolis–MG. Revista Mineira de Contabilidade, 1. Fonte: http://revista.crcmg.org.br/index.php?journal=rmc&page=article&op=view&path%5B%5D=410

Stacanelli, Moura, Silva, Silva, & Silva. (2015 de 10 de 12). Aplicação da Programação Linear para a Otimização da Produção em um Laticínio Localizado na Região Centrooeste de Minas Gerais. p. 15. Fonte: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_211_253_26834.pdf

Wilker, B. (15 de Agosto de 2011). Pesquisa operacional: visão geral. Fonte: Administradores: http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/pesquisa-operacional-visao-geral/57475/

ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS DE PRODUÇÃO NO SETOR DE CORTE DE PEÇAS AUTOMOTIVAS EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO METALÚRGICO

RESUMO: Na grande maioria das empresas o foco principal está sempre voltado para o faturamento, os lucros e prejuízos que a mesma é capaz de gerar, o que nos faz relacionar diretamente dois setores em destaque, comercial e produtivo. O objetivo desse projeto é analisar os tempos e métodos de trabalho utilizados pela indústria em estudo, verificar as possibilidades dentro dos recursos atuais para que possamos modificar e padronizar de maneira a aperfeiçoar e simplificar as operações aumentando sua produtividade e reduzindo os custos de seus processos.
PALAVRAS-CHAVE: Métodos de produção; Cronoanalise; SETUP; Produtividade; Custos.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de estudo de tempos e métodos deve basear-se inicialmente em dados atuais de produção, com o objetivo de melhorar os números de tempo de processo, produtividade e custo de produto. Através de um levantamento completo das informações e uma análise crítica do fluxo de processo, temos base para encontrar melhores maneiras de redesenhar um processo ou uma linha inteira de produção e com isso atingir números melhores para uma indústria.

Segundo Souto (2002), a Engenharia de Métodos estuda e analisa o trabalho de forma sistemática, de maneira a objetivar desenvolver maneiras práticas e eficientes em busca de padronização e melhoria do processo. Dentre as ferramentas utilizadas, o projeto de métodos se destina a encontrar a melhor forma para execução de tarefas, a partir do levantamento de dados e análise de determinado trabalho, busca-se idealizar e aplicar métodos mais cômodos que conduzam maior produtividade.

“O estudo de métodos foi desenvolvido pelo casal Gilbreths e procura observar e desenvolver a maneira a qual o trabalho é executado” (GILBRETHS, 1917).

A nossa principal preocupação em relação a esse estudo é definir uma padronização de métodos de trabalho juntamente aos seus tempos pré-definidos com a realização da cronoanálise de produção. Com o início de um trabalho como esse, é importante se estudar os processos como um todo, para se entender como o mesmo é realizado atualmente, e desenvolver através do estudo novos métodos de realizar o mesmo trabalho trazendo melhores resultados, aumento da produtividade e diminuição do custo.

Ter um processo enxuto utilizando menos recursos para maiores produções, com processos e tempos padronizados, deixa o custo de um produto menor, otimizando nossos preços de mercado sem perder a qualidade, pelo contrário aumentando a confiabilidade dos clientes e nossa competitividade no mercado.

“A empresa interessada em métodos de trabalhos eficientes constata que o planejamento desses métodos deve começar com os engenheiros de projeto e processamento. Desse modo, o engenheiro de projeto cuidará de desenvolver o projeto que minimizará os custos de produção, sem, todavia, afetar desfavoravelmente a função

e aceitabilidade do produto pelo cliente. Isso significa que ele reconhecerá que alguns materiais são mais caros que outros, que tolerâncias muito pequenas aumentarão os tempos de operação e a quantidade de produtos defeituosos, que acabamentos poderão tornar necessárias operações adicionais e que um projeto mais complexo aumentará o número de operações e necessitará, possivelmente, do uso de equipamento e mão-de-obra mais caros.” (RAYMOND, 1992. p. 540).

2 | METODOLOGIA DE PESQUISA

Nesse artigo foram utilizados como meios metodológicos, pesquisas bibliográficas, artigos disponíveis de congressos de engenharia de produção, livros da área de planejamento de controle de produção, junto a outros documentos disponíveis na rede. Através da empresa em estudo, foram obtidos dados para fundamentação e aplicação das ferramentas de engenharia de métodos e tempos.

3 | CRONOANÁLISE

A cronoanálise é a medição dos tempos de produção e definição dos tempos padrões para uma determinada linha de produção ou até mesmo um produto específico. Porém, a mesma não tem apenas esse papel, ela é responsável pela documentação de um processo e define exatamente a sequência ideal para um fluxo perfeito.

“O estudo de tempos com cronômetro, ou, mais simplesmente, o processo de estudo de tempos, pode ser resumido como segue: o analista vai à seção em que a tarefa em pauta está sendo feita e cronometra o operador. Isto é feito de um modo que dará o tempo real despendido nos elementos de trabalho que são essenciais ao cumprimento da tarefa; como isto sugere, este tempo não incluíra o tempo despendido em atrasos evitáveis e inevitáveis. Ao cronometrar o operador, o analista também julgará a eficiência dele. Estes dois elementos de informação, o tempo real e a eficiência do operador, são então usados para calcular o tempo normal para a tarefa, o que é feito multiplicando o tempo real pela eficiência”. (RAYMOND, 1992. p.277)

Anis (2011) cita que, como resultado da cronoanálise busca-se o tempo padrão que determina um tempo de produção onde o analista o utilizará na determinação de parâmetros relativos à produtividade e consequentemente da qualidade.

4 | MÉTODOS DE PRODUÇÃO – ESTUDO DOS MOVIMENTOS

Esse estudo é realizado quando o analista deseja aperfeiçoar os movimentos feitos pelo operador para realizar determinada tarefa dentro de uma linha de produção ou processo em especifico. Desse modo a análise passa a ser feita a sequência seguida pelo operador desde o início até o fim de cada peça, dimensionando assim o ciclo da operação em questão.

Várias ferramentas podem ser aplicadas a partir de uma análise de processos, o estudo dos movimentos em uma produção é de vasta extensão, visto que há diversos pequenos processos que podem ser extintos e/ ou otimizados a fim de atingir um objetivo

final de melhoria de produtividade, redução de custos e melhoria da qualidade.

Quando falamos de métodos de produção, melhorias de processos, otimização de tempos e melhor aproveitamento de recursos, três nomes fortes se destacam na história da indústria por seus pensamentos e feitos na administração inteligente da produção, eles são:

Frederick Taylor, que em 1911 criou o modelo de administração cientifica que tinha como objetivo diminuir o desperdício de tempo na produção industrial. Alguns de seus princípios eram os seguintes:

- Planejamento das etapas do processo industrial;
- Seleção dos trabalhadores por versatilidade;
- Supervisão e controle;
- Disciplina na execução das atividades;
- Produção em grandes volumes;
- Cada trabalhador designado a uma tarefa na linha produtiva.

Esse método ganhou espaço e credibilidade no mercado industrial porque permitia o aumento da produtividade e fazia com que os operadores tivessem cada vez mais uma maior capacidade produtiva. Ele foi então aplicado na indústria automobilística pelo empresário Henry Ford, que efetuou algumas adaptações aos princípios tayloristas, criando assim o método Fordista. Considerando que a base teórica dos dois modelos é a mesma, chamamos de método taylorista-fordista.

Em contraposição ao mesmo em meados de 1940 no Japão, foi criado o método de produção toyotista, desenvolvido por membros da família Toyota. Seus princípios básicos se diferenciavam muito da rigidez e disciplina exigida no método interior:

- Flexibilidade da produção: produzir apenas o necessário, reduzindo assim os estoques;
- Produção para atender a demanda (diferente da produção em massa);
- Automatização: utilização de equipamentos capazes de se auto interromperem, caso identificada uma falha;
- Um funcionário capaz de manusear vários equipamentos ao mesmo tempo (versatilidade fabril);
- Trabalho em equipe.

Todos esses métodos em conjunto fazem uma linha de produção mais produtiva, enxuta, com maior qualidade nos processos e consequentemente gera menos custos.

5 I LEIAUTE DA FÁBRICA E MANUSEIO DE MATERIAIS

A elaboração de um leiaute visa dois pontos em especifico, o arranjo dos setores de produção e os serviços na fábrica, e o outro é o arranjo dos recursos (equipamentos) de produção que o operador deve trabalhar.

O objetivo é desenvolver um esquema que permita maior eficiência com menor custo, ou seja, um fluxo de trabalho mais eficiente. Entretanto, o estudo de um leiaute não pode ser pensado apenas para melhoria do fluxo de processo, existem questões que são determinantes para a aplicação dessa ferramenta, como o custo das adequações a serem feitas, a funcionalidade do novo leiaute ao restante da empresa, e assim por diante.

A necessidade de um novo leiaute não cabe apenas para um novo prédio ou uma nova empresa, o leiaute é um problema ao qual estaremos esbarrando sempre, quando o assunto for sobre novos processos, uma nova linha de produtos ou até mesmo quando estudamos novas possibilidades de melhoria de processos, aumento de produtividade e redução de custos.

“Todas essas observações sugerem que a escala e magnitude do problema do leiaute de uma fábrica variam enormemente em um extremo, e esse é o caso mais comum, a natureza de certas ocorrências será tal que exigirá um mínimo de ajustamentos no leiaute existente. Um departamento ou setor poderá ser recolocado ou reorganizado, uma nova linha de produção poderá ser instalada em alguma área disponível, e assim por diante. ” (RAYMOND, 1992. p.425).

6 I ESTUDO DE MELHORIA DE SETUP

Todo tempo que antecede o início de uma operação produtiva em que o operador passa preparando a máquina, ajustando parâmetros, trocando ferramentas, para a indústria é chamado de SETUP.

Porém, embora esse procedimento seja parte de qualquer que seja o processo, o preparo de máquina não é considerado tempo produtivo, pois durante esse período a máquina está completamente parada, e todo e qualquer recurso parado dentro de uma indústria é diretamente a perda de produtividade e lucratividade.

Desse modo o estudo de melhoria de SETUP é uma ferramenta de muita importância para um processo produtivo gerar maiores resultados e diminuir ou zerar suas perdas. Quanto maior o tempo em que um recurso estiver em funcionamento perfeito sem falhas, interrupções ou intervalos, melhores serão o fluxo e o ritmo de trabalho do operador e de toda uma linha de produção.

A simplificação dos procedimentos de setup é de grande importância, pois provoca benefícios em diferentes âmbitos organizacionais. (NICHOLAS 2002):

1. Qualidade: Todos os parâmetros de um processo são definidos no Setup, dessa forma um erro nessa fase da fabricação tem potencial para interferir na qualidade de todo o lote produzido. Dessa forma, reduzir o número de Setups é diminuir a probabilidade de erros.

2. Custos: O Setup de uma máquina é um tempo de recurso improdutivo, pois embora o mesmo faça parte do processo ele não está produzindo efetivamente. Visto dessa maneira, reduzir o tempo de Setup e a quantidade do mesmo, interfere positivamente no custo do processo produtivo geral.

3. Flexibilidade: Com setups rápidos, a produção torna-se mais flexível no que diz respeito ao ajuste de equipamentos e sua preparação no caso de variações da demanda.

4. Utilização do trabalhador: Uma vez que o processo de setup é simplificado, deixa de demandar de uma especialização de mão de obra para ser realizado e um maior número de colaboradores é capaz de fazê-lo, deixando assim a mão de obra tecnicamente mais capacitada com tempo focado em operações de maior necessidade.

5. Capacidade e Lead Time: Setups mais curtos aumentam a capacidade da produção e diminuem o lead time da mesma.

7 | ESTUDO

Essa pesquisa possui caráter exploratório, pois é fruto de um estudo realizado em uma empresa do ramo metalúrgico de tubos de aço.

Para chegar a estas definições foram analisadas diversas fases do processo, desenhamos o fluxo do processo atual, levantamos os maiores gargalos de produção e definimos quais ferramentas da engenharia aplicar, juntamente com o setor inicial para aplicação.

7.1 Descrição da empresa do estudo

A manufatura de trefilação de tubos, peças, conjuntos tubulares e tubos industriais com costura, sediada em Guarulhos/SP, dona de um dos maiores bancos de trefila da América Latina. Uma empresa fundada em 1958 possui atualmente aproximadamente 400 colaboradores distribuídos em suas três plantas fabril.

7.2 Análise dos processos

A linha escolhida para pesquisa e aplicação do estudo, foi a linha de corte de peças automotivas, onde a empresa transforma os tubos trefilados e perfilados em peças utilizadas em veículos de grandes montadoras como: Mercedes-Benz, FIAT, GM, entre outras. Responsável por aproximadamente 70% do total de faturamento da empresa e também responsável pela relação com os maiores clientes que a empresa administra hoje.

7.3 Estudo de Tempos – Aplicação da Cronoanalise

Podemos utilizar a ferramenta de cronoanalise para diversos fatores dentro de uma indústria, é de extrema importância saber especificamente quanto tempo demanda cada um de seus processos, pois é em função do tempo de cada um deles que são calculados os custos dos produtos.

No caso do projeto em questão a realização do estudo de tempos se deve a necessidade de realizar uma melhoria na linha de produção, analisar quanto tempo demanda atualmente cada processo e desenvolver métodos de trabalho que reduzam esse tempo gerando maior produtividade dentro do menor tempo possível, com a menor utilização de recursos. Com isso temos a intenção de especificar tempos padrões para cada atividade de maneira que isso possa ser medido e transformado em dados de controle de produção.

Para iniciar um processo de cronoanalise em uma indústria de qualquer que seja o segmento, precisam munir-se de informações sobre o processo e ferramentas para documentar os dados colhidos.

Em nosso estudo a necessidade o processo escolhido para iniciarmos o trabalho foi o corte de peças automotivas. Desse modo criamos uma ficha de análise de tempo diretamente voltada para essa linha, considerando cada uma das etapas realizadas e suas respectivas observações.

As principais informações que deve conter na folha de cronometragem são:

Equipamento observado;

Data da análise;

Horário inicial e final da análise;

Operação analisada;

Setor;

Nome do analista

Informações sobre o material (bitola, comprimento, tipo de aço);

Elementos observados (sequência de operações);

Descrição das operações realizadas;

Campo para observações / melhorias;

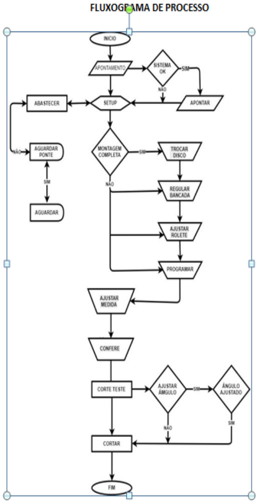
Campo para anotação das amostras.

FOLHA DE CRONOMETRAGEM DATA: 24/08/17

RECURSO	INICIO	TÉMINIO	CÓD / PRODUTO	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	SETOR		ANALISTA
340406	09:10	10:31	5820421	CORTAR	CORTE - FRANHO	MÉDIA : 2	ALEXANDRE MARQUES

CLIENTE	OP	COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO/BITOLA
CNH	375924	8,4	177,9 X 3,0

FLUXOGRAMA DE PROCESSO



SETUP		CORTA PONTA		CORTE		AVANÇO DA MORÇA		ALIMENTA BARRA			
OBS: 1 (hh:mm:ss)		OBS: 2 (hh:mm:ss)		OBS: 3 (hh:mm:ss)		OBS: 4 (hh:mm:ss)		OBS: 5 (hh:mm:ss)		TEMPO CICLO (UN) (hh:mm:ss)	OBSERVAÇÃO GERAL
Tempo Real	Tempo Excedido	Tempo Real	Tempo Excedido	Tempo Real	Tempo Excedido	Tempo Real	Tempo Excedido	Tempo Real	Tempo Excedido		
00:02:00		00:05:20		00:05:25						00:12:45	OBS: Ajuste manual.
				00:05:30		00:00:20				00:05:50	
				00:05:20		00:00:20				00:05:40	OBS: 32 seg. até a serra cortar o tubo.
								00:02:30		00:02:30	
		00:05:20		00:05:22		00:00:20				00:11:02	
				00:05:25		00:00:20				00:05:45	
								00:02:00		00:02:00	
		00:05:29		00:05:30		00:00:20				00:11:19	
				00:05:28		00:00:20				00:05:48	

Exemplo da folha de cronometragem – Fonte: Autores

A partir dos dados levantados, considerando os desgastes dos recursos atuais e as condições de cada operador, definem-se parâmetros para as máquinas, com o objetivo de padronizar as limitações dos recursos e dimensionar a capacidade de produção das mesmas, conforme demonstrado abaixo:

Tabela de limitações de recursos

SERRA FITA FRANHO 340408							
COMPRIMENTO (mm)	ÁREA (Cm²)	CRONOANALISE (Ciclo)					
		VELOCIDADE	TEMPO (seg)	CONV (h)	VELOC (Pç/h)	FATOR (%)	VELOC REAL (Pç/h)
715	1,83	VELOC 1	182	0,0506	20	75%	15

Tabela de limitações de recursos – Fonte: Autores

Conforme o exemplo demonstrado acima, tem-se as informações do material que estava em corte no momento da análise, a velocidade em que a máquina estava trabalhando, o tempo cronometrado dessa atividade e a capacidade de produção horária de acordo com esse tempo. Porém, uma análise desse tipo deve levar em consideração as condições físicas de cada operador, condições climáticas, condições do maquinário, tudo isso são consideradas perdas inerentes do processo e precisa ser contabilizado para uma determinação de tempo padrão e capacidade de produção. Desse modo fica a critério do analista definir os fatores de perda que são inerentes de cada processo, isso é realizado através de um cálculo de eficiência.

Segundo Mariano, Almeida e Rebelatto (2006), o índice de eficiência, ou simplesmente eficiência, de um sistema, seja ele qual for, é definido como sendo a divisão

entre um indicador de desempenho desse sistema e o valor máximo que esse indicador poderia alcançar, como mostrado na Expressão 1:

Eficiência = I / Imax

Em que: I: Indicador de desempenho atual de um determinado sistema;

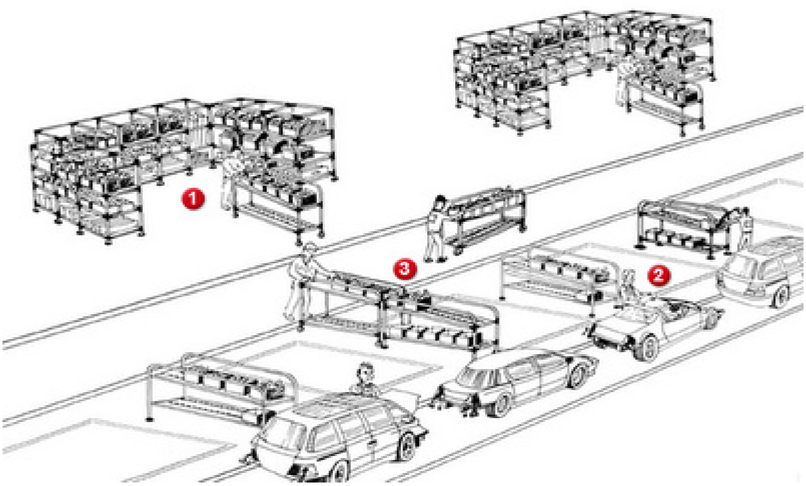
Imax: Máximo valor que o sistema pode alcançar nesse indicador.

Isso nos garantiu uma conformidade nos processos e definiu a capacidade do nosso setor de corte, para uma programação da carga máquina diária do setor.

7.4 Métodos de Produção – Adequação dos movimentos de produção

Em conjunto com a cronoanalise de processo, foi realizado um estudo dos métodos de produção, a maneira como cada operador realizava as tarefas, o tempo efetivo de produção e o tempo gasto com deficiências do processo, como a movimentação da matéria prima, alimentação de máquina, programação desorganizada de processos.

Ainda com base na aplicação de ferramentas do sistema Toyota de Produção, foram desenvolvidos mercados lean, que é um pequeno espaço onde são armazenados materiais responsáveis pelo abastecimento do sistema de produção.



Mercado de peças – Fonte: blogspot.com.br/supermercado-lean

Localizado ao lado da sua máquina de referência, o supermercado diminui o tempo de espera por movimentação e separação de materiais uma vez que o mesmo é alimentado em conformidade com a programação diária destinada a cada recurso, dessa forma os operadores gastam menos tempo em locomoção, se desgastam menos e geram maiores resultados. A organização desses mercados tem o conceito da programação de lista diária feita pelo PCP, então só estarão alocados nesses cavaletes, os materiais e ferramentas a serem utilizados naquele dia sempre estarão ao lado da máquina.



Estoque de matéria prima total anterior – Fonte: Autores

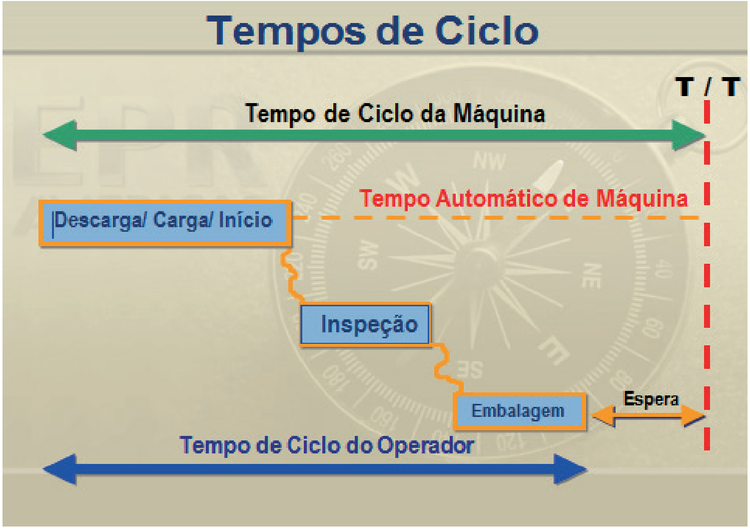


Supermercado de matéria prima separado por máquina – Fonte: Autores

7.5 Leiaute de Fábrica – Modificação do fluxo de processo

A mudança de leiaute pode ser utilizada como base para uma série de melhorias dentro de uma indústria, e no caso da pesquisa em questão foi primordial para o nosso trabalho na parte de redução de custos.

Possibilitando a aplicação das ferramentas de engenharia para melhoria de processos, aproveitamento dos tempos automáticos os recursos, quando uma máquina está funcionando em seu ciclo automático sem a necessidade da interferência do operador e o mesmo fica disponível para fazer outras atividades, desde que as mesmas estejam estrategicamente alocadas uma próxima a outra e que ele seja habilitado para realiza-la sem que comprometa a qualidade do produto e sua própria segurança.



Analise de tempo de ciclo de processo – Fonte: Autores

Realizou-se um estudo nas maneiras de realocar máquinas para destinar o uso de uma única mão de obra, para cada dois recursos, respeitando o conceito de habilidade e capacidade de produção do operador, logicamente sem colocar nossos operadores em risco e/ou limitar ou perder a capacidade funcional da máquina.

No leiaute antigo o operador trabalhava com apenas um recurso e após a programação, alimentação e liberação para funcionamento, o mesmo ficava completamente ocioso durante todo o tempo automático da máquina. Devido aos cortes de custos realizados no início do ano em toda a empresa, algum setor reduziu pela metade seu quadro de funcionários, o que levou a fábrica a ter equipamentos ociosos, sem mão de obra alocada.

Com o estudo e aplicação do novo leiaute, um mesmo operador trabalha em dois recursos, ou seja, durante o tempo automático de uma máquina, ele fica responsável pela programação e alimentação da outra, e assim sucessivamente.

Com isso nós reduzimos o número de mão de obra necessária dentro do setor, sem perder a produtividade normal.

O leiaute novo ficou nos moldes demonstrados na imagem abaixo:



Operador responsável por dois recursos – Fonte: Autores

7.6 Melhoria de SETUP – Aglutinações de operações sequências

A produção atualmente segue uma lista de prioridades diária programada pelo PCP, que relaciona os pedidos que tem-se em produção com o cronograma e a carga máquina da empresa.

Porém, como o foco da organização são as indústrias automobilística, existem itens em processo que são de suma importância do seguimento de cronograma, um furo na data de entrega pode causar uma parada de linha milionária a um dos clientes.

Considerando todas essas prioridades, a lista acabava gerando inúmeros Setups por dia, com perda de 20 a 30 minutos cada, que no geral de um turno de 8 horas de trabalho, atingia cerca de 2 a 3 horas de perda.

Com o estudo realizado de leiaute, foram trazidas as principais ferramentas de uso do dia para próximo da máquina, diminuindo assim a locomoção dos operadores para retirar as mesmas em um lugar específico da fábrica e ainda ter que localizar a que seria utilizada no momento.

Para solução desse problema e diminuição de toda essa perda, foi montada uma equipe de movimentação, com pessoas de diversos processos envolvidas, dessa forma, separavam-se os ferramentais e alimentavam-se os mercados de ferramentas de cada recurso, assim como se alimentavam os mercados de matéria prima dos mesmos. Foi reorganizada a lista de prioridade vinda do PCP de maneira a aglutinar os materiais similares e evitar a troca completa do ferramental a cada troca de ordem de produção, otimizando assim para 10 minutos cada SETUP, sem perder a necessidade de atendimento da produção para cada dia.

Embora esse estudo tenha sido bem simples inicialmente, a melhoria do fluxo de trabalho foi notada nos primeiros dias após a mudança. O estudo de SETUP é muito mais abrangente em outros setores e recursos da indústria em análise, porém, o setor de aplicação inicial do trabalho é a área de corte.

8 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o trabalho está em desenvolvimento desde setembro de 2017, com todo o estudo, levantamento de informações, definição dos responsáveis diretos e indiretos pela aplicação do projeto em fábrica, estamos agora em processo de aplicação das melhorias e analise de eficácia.

Espera-se que após o térmico das implementações/implantações tenhamos a melhoria na administração dos recursos que consequentemente reduz custo efetivo do produto ou processo em questão, traz o conceito de fazer mais com menos e com isso aumenta a produtividade e o lucro demandando apenas dos recursos já existentes. Processos que antes significavam gargalos para a produção e que com a padronização dos métodos de trabalho nos trazem a linha de produção com fluxo regular que atende à demanda pré-estabelecida e programada.

Equalização dos custos dos produtos e processos, melhoria nos preços de orçamentação, com a cronoanálise e métodos de produção padronizados a definição de custos tende a ficar mais justa e nos dá uma margem melhor para trabalhar os preços dos produtos e processos, nos tornando mais competitivos em relação ao mercado e garantindo uma confiabilidade maior diante dos nossos clientes.

A qualidade dos nossos serviços tende a melhorar, considerando a montagem de linhas de produção mais enxutas, com processos padronizados, em conformidade com as normas e ferramentas de engenharia, inibimos os erros inerentes de processos mais exigentes garantindo assim que o nosso trabalho será executado da melhor maneira sempre independente de quão complexo seja, uma vez que nossa produção está com parâmetros pré-determinados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.R.; MARIANO, E.B.; REBELATTO, D.A.N. *Análise Por Envoltória De Dados - Evolução E Possibilidades De Aplicação.* In: IX SIMPOI - Simpósio de Administração de Produção, Logística e Operações Internacionais, São Paulo, Anais, 2006;

ANIS G. C. *A Importância dos Estudos de Tempos e Métodos para Controle da Produção*. Setembro de 2010;

ANIS, G. Castiglieri. *A Importância dos Estudos de Tempos e Métodos para Controle da Produtividade e Qualidade.* Disponível em: <http://www.polimeroseprocessos.com/imagens/tempometodos.pdf>Acesso em 16 nov. 2017; GILBRETH, F. W. & GILBRETH L. M. Sturgis and Walton: Applied Motion Study. New York. 1917;

NICHOLAS, J. *Competitive Manufacturing Management*. Irwin/McGraw-Hill, p.181-186, 1998 Productivity Press, Oregon, USA, 1990;

RAYMOND. R. M. *Administração da produção*, 1992;

RITZMAN, L.P. & KRAJEWSKI, L.J *Administração da Produção e Operações*. Editora Prentice Hall, 2004;

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996ª.

SOUTO, M. S. M. Lopes. *Apostila de Engenharia de métodos*. Curso de especialização em Engenharia de Produção – UFPB. João Pessoa. 2002.

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE ALUGUEIS DE IMÓVEIS BASEADO NAS MELHORES PRÁTICAS DO CONCEITO APQP, ADVANCED PRODUCT QUALITY PLANNING

RESUMO: Esse trabalho tem por objetivo apresentar o método APROV, ADVANCED PROPERTY VALUATION, onde iremos associar um método de gerenciamento de processos que garante o nível de qualidade exigidos pelo cliente, o APQP, ADVANCED PRODUCT QUALITY PLANNING, com todo o processo de avaliação de aluguel, onde desenvolveremos uma técnica com resultados mais tangíveis e coerentes com toda a rastreabilidade, documentação e cálculos gerados na avaliação. Como o APQP visa uma efetiva comunicação entre os setores envolvidos no planejamento e desenvolvimento de um produto, se esse produto for uma avaliação, meu objetivo seria alinhar todas as etapas do processo APQP aplicados na avaliação, nos prazos previstos e cronogramas, buscando a redução dos possíveis modos de falha com a qualidade e também a minimização dos riscos na avaliação desses imóveis. Sendo assim teríamos como foco o planejamento da qualidade e a melhoria continua das avaliações executadas, além da satisfação dos solicitantes. Para isso iríamos trabalhar com as principais fases do APQP, que são o planejamento, projeto, verificação, validação, feedback e ações corretivas.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de imóveis; APQP; planejamento projeto; verificação e validação; feedback e ações corretivas.

1 I INTRODUÇÃO

O APQP (*Advanced Product Quality Planning)*, ou Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, é uma série de procedimentos e técnicas usadas para gerenciar a qualidade produtiva. Estes procedimentos foram desenvolvidos e padronizados pela AIAG (*Automotive Industry Action Group*), formado pelas empresas do ramo automotivo General Motors, Ford, Chrysler e seus fornecedores. O AProV, *Advanced Property Valuation,* tem por objetivo garantir o nível de qualidade exigidos pelo cliente.

O APQP contempla o planejamento, desenvolvimento do produto e processo propostos por Clark e Fujimoto (1991), e inclui as etapas de teste e validação propostas por Cooper (2008) que possibilitam avaliação de aluguel, resultados mais tangíveis e coerentes com rastreabilidade de toda a documentação e cálculos gerados na avaliação imobiliária. Como o APQP visa uma efetiva comunicação entre os setores envolvidos no planejamento e desenvolvimento de um produto, para uma edificação, o objetivo desse trabalho é alinhar todas as etapas do processo APQP aplicados na metodologia das avaliações, buscando a redução dos possíveis modos de falha com a qualidade e também a minimização dos riscos na avaliação desses imóveis. Assim, tem-se como foco o Planejamento da Qualidade e a melhoria continua das avaliações executadas, além da satisfação dos solicitantes. Para isso, deve-se trabalhar com as principais fases do APQP, que são o Planejamento, Projeto, Verificação, Validação, Feedback e Ações Corretivas, pois segundo Rozenfeld et al. (2006), o processo de desenvolvimento do produto, em particular suas primeiras fases, é fundamental para determinar todo o custo do projeto, inclusive o custo do produto final, no caso a avaliação de um imóvel.

2 I APQP - PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO

O APQP é utilizado hoje pela Ford, GM e Chrysler e algumas afiliadas. Fornecedores são normalmente necessários para seguir os procedimentos de APQP e técnicas e também são normalmente necessários para ser auditado e registrado em ISO/TS 16949. APQP serve como um guia no processo de desenvolvimento e também uma forma padrão para compartilhar resultados entre fornecedores e empresas automotivas e é composto por cinco fases que servirão de base para a metodologia proposta neste trabalho, relacionadas: Planejamento: Planejar e Definir Programa; Projeto: Design de Produto e Desenvolvimento de Verificação; Verificação: Processo de Design e Desenvolvimento de Verificação; Validação: Produto e Processo de Validação; Feedback: Produção feedback; Ações Corretivas: Lançamento e Avaliação.

3 I AVALIAÇÃO DA PROPRIEDADE IMOBILIÁRIA

Segundo José Fiker (2005), a avaliação imobiliária visa estimar o valor do imóvel, a partilha dos bens de uma herança, a compra ou venda de imóveis, o financiamento hipotecário na compra ou construção de um imóvel, o estudo económico e financeiro de um projeto de investimento, o cálculo de indenização por expropriação, a determinação do valor para efeitos fiscais etc.

3.1 Métodos de avaliação

De acordo com o objetivo da avaliação e valor a determinar utilizam-se métodos de avaliação imobiliária de acordo com a metodologia básica aplicável na avaliação de aluguéis expressa no Capítulo 11 da Parte 2:2011, da NBR 14653. A metodologia básica aplicável na avaliação de aluguéis encontra-se no Capítulo 14 da NBR 14653.

3.1.1 Avaliação por comparação direta

Trata-se de procedimento preferencial que exige o conhecimento de dados de mercado referentes a locações de imóveis semelhantes quanto à contemporaneidade dos dados obtidos, às condições de reajuste ou estágios de contrato, à existência de desníveis ou pavimentos distintos com diferentes capacidades de geração de renda, ao tamanho das lojas, à testada, à cobrança de luvas etc. Devem ser considerados elementos em oferta, ou de contratos que não apresentem distorções em relação a reajustes e fases contratuais, além das perdas residuais inflacionárias quando os elementos em oferta possuírem periodicidades diferentes de reajustes.

3.1.2 Avaliação por remuneração de capital

Neste critério o valor locativo é determinado pela aplicação de uma taxa sobre o valor do imóvel, obtida pelas metodologias desta Norma. É aplicado nos casos de 15 imóveis isolados e atípicos para os quais a utilização da comparação direta seja impraticável. Nessas avaliações devemos observar o aproveitamento do terreno pela construção existente e a obtenção da taxa de remuneração, global, ou para as parcelas de capital

terreno e benfeitoria, obtida com pesquisa específica para cada caso, pois varia para cada tipo de imóvel, localização e, também, ao longo do tempo, dependendo da conjuntura econômica. Essas taxas devem ser apuradas no mercado.

3.1.3 Por participação no faturamento

Critério utilizado na estimação de valores locativos de cinemas, teatros, postos de serviços, baseado no princípio da participação do locador na renda do estabelecimento. Os investidores proprietários de edifícios destinados especificamente à instalação de cinemas e que nunca procuraram melhorar suas condições de rentabilidade, por exemplo, através de reformulação de área construída visando maior capacidade de utilização conforme a lei faculta, sujeitam-se dessa forma à condição da receita do imóvel locado, valendo aqui lembrar que regra geral os inquilinos não podem alterar seu ramo comercial para melhorar a renda sem, eventualmente, infringir cláusulas contratuais. Deve ser ponderado também que, enquanto outros tipos de comércio podem explorar, com sensíveis lucros, ocorrências sazonais aumentando preços de venda dos produtos em épocas propícias (natal, dia das mães, dia dos pais, dia das crianças, dia dos namorados, etc.) os cinemas têm seus preços de ingressos fixos e inalterados durante quase um ano.

Por outro lado, é importante que se tenha em mente que o comércio desenvolvido pelas casas exibidoras, Cinemas, é severamente controlado pelos órgãos governamentais que eventualmente fixam para todo o território nacional, os preços máximos dos ingressos de cinemas, através de Portarias específicas. O primeiro passo para o emprego do MÉTODO DA PARTICIPAÇÃO refere-se à obtenção das rendas líquidas mensais do cinema, elaborando-se Tabelas resumo das citadas rendas. Prazo compatível com bom nível de segurança é, no mínimo, o de três anos anteriores à data do aluguel procurado. Para a obtenção de uma média significativa, os rendimentos líquidos mensais devem ser atualizados para a data referencial do novo aluguel, com base em índices econômicos oficiais e locais. Os rendimentos líquidos mensais, assim deflacionados, fornecem as médias anuais que, por sua vez irão compor a média final do período considerado.

3.1.4 Valor de mercado

Quando um proprietário entra no livre mercado imobiliário, colocando para locação o imóvel de sua propriedade, sabe que deve alugá-lo, no mínimo, por uma quantia de dinheiro que represente o preço por meio do qual possa satisfazer suas necessidades. Estabelece, portanto, um patamar de preço abaixo do qual a locação será desconsiderada, já que será insatisfatória para suas necessidades de capital. Este patamar pode ser chamado de “valor piso”. Por outro lado, quando um inquilino entra também no livre mercado imobiliário procurando um imóvel, sabe que deve alugá-lo, no máximo, a um custo dentro de suas possibilidades financeiras, evitando assim “dar o passo maior que as pernas”. Este patamar, por sua vez, pode ser chamado de “valor teto”. Assim, o VALOR TETO é o máximo que o locatário desejoso estaria disposto a pagar; e o VALOR PISO é o mínimo que o locador desejoso estaria disposto a alugar, sendo que, dentro desta faixa, as partes interessadas no negócio devem se encontrar. Este encontro de interesses representaria o VALOR DE MERCADO.

3.1.5 Conceito de juros e aluguel

Segundo Alonso (2014), Juros é o pagamento devido pela utilização de um capital e aluguel é o pagamento devido pela utilização de um bem, sendo assim admite-se a possibilidade de previsão e recebimento de um juro em virtude de: Despesas sofridas pelo mutuante em razão do empréstimo concedido ao mutuário; Em razão do lucro a que o mutuante renuncia; Em virtude do risco de não reembolso no vencimento. Por outro lado, admite-se a possibilidade de previsão e recebimento de um aluguel em virtude de: Despesas sofridas pelo locador em razão da locação concedida ao locatário; Em razão do uso do bem a que o locador renúncia; Em virtude do risco que o locador corre pelo não recebimento no vencimento.

4 I METODOLOGIA

O método proposto deve ser devido e cuidadosamente ponderado, observando-se principalmente fatores que possam valorizar ou não o imóvel, tais como: Execução de melhoramentos públicos nas vizinhanças; Implantação de sistema de transporte mais moderno e eficiente do que o então vigente no local (ex. METRÔ); Novas leis de ocupação do solo; Transformação das atividades desenvolvidas no local; Reurbanização de áreas antes deterioradas; etc. Sendo assim, nosso método é caracterizado pelas seguintes premissas: Homogeneidade dos bens levados a mercado; Número significativo de locatários e locadores (ou compradores e vendedores) de tal sorte que não possam, individualmente ou em grupos, alterar o mercado; Inexistência de influências externas; Racionalidade dos participantes e conhecimento absoluto de todos sobre o bem, o mercado e as tendências deste; Perfeita mobilidade de fatores e de participantes, oferecendo liquidez, com plena liberdade de entrada e saída de mercado; Bom senso e equilíbrio. A metodologia deste trabalho consiste nas seguintes etapas: Definição do objeto de estudo; Captação dos dados; Métodos de avaliação; Verificação dos resultados; aplicação da técnica proposto; Resultado, ou seja, avaliação do imóvel.

5 I INVESTIGAÇÃO

O processo de investigação iniciou-se com imobiliárias, escritórios de Advocacia e investidores de imóveis, onde em todos os casos todos foram unanimes com relação aos valores apresentados pelas avaliações de imóveis entregas por empresas ou profissionais da área. As imobiliárias visitadas foram todas na região da Lapa assim como os escritórios de Advocacias. Os investidores em questão são pessoas físicas onde tenho algum tipo de relacionamento comercial ou pessoal. Em todas as visitas as entrevistas com os profissionais foram estruturadas e Segundo Dencker (2000), "as entrevistas podem ser estruturadas, constituídas de perguntas definidas; ou semiestruturadas, permitindo uma maior liberdade ao pesquisador." Em todas as visitas o material coletado foi informal e em alguns casos confidenciais, como um laudo de um Perito Judicial apresentado, no entanto todos foram unanimes com relação às metodologias apresentadas no cálculo do valor do aluguel, que neste caso, fundamentaria a investigação.

6 | PESQUISA

A pesquisa realizada foi com base nas estatísticas dos elementos comparativos colhidos durante as entrevistas. Segundo Triola (1999) estatística é uma coleção de métodos para planejar experimentos, obter e organizar dados resumi-los, analisá-los, interpretá-los e deles extrair conclusões.

7 | A BIBLIOGRAFIA

Existe vasta literatura sobre desenvolvimento de produto e sobre o processo de desenvolvimento colaborativo. A revisão de bibliografia realizada neste trabalho encontrou pouca literatura publicada sobre a metodologia de trabalho aplicada nas montadoras de veículos americanas, o APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto). Publicações acadêmicas discutindo a metodologia do APQP, como feito neste trabalho, não foram encontradas, e a análise proposta ainda não foi estudada. No entanto, o APQP, bem como metodologias similares utilizadas em outras montadoras, é um instrumento que guia a gestão do PDP de inúmeras e relevantes empresas e também é possível observar que existem semelhanças nas fases de desenvolvimento propostas por Clark e Fujimomto, por Cooper (2008) e pelo APQP. O APQP contempla o planejamento, desenvolvimento do produto e processo propostos por Clark e Fujimoto (1991), e inclui as etapas de teste e validação propostas por pelo autor.

7.1 Conhecimento Científico

O objeto de estudo deste trabalho é um Cinema localizado no centro de São Paulo, com dois pavimentos e capacidade (lotação total) de 1.022 lugares onde o inquilino fez uma reforma e o proprietário quer saber o novo valor do aluguel que deverá ser cobrado.



FIGURA 1 – Fachada do cinema modelo

Fonte: Autor deste trabalho



FIGURA 2 – Saguão principal do cinema modelo

Fonte: Autor deste trabalho



FIGURA 3 – Bilheteria do cinema modelo

Fonte: Autor deste trabalho

7.2 Analise dos dados

A seguir é apresentado o resultado dos 3 testes utilizando métodos de avaliação de nosso objeto de estudo, descritos a seguir.

7.2.1 Método comparativo

A utilização do método comparativo para prédios destinados a cinemas exige basicamente a homogeneização dos elementos comparativos considerando-se:

Ocupações similares (cinema); Lotações das salas dos cinemas; Localização ou ponto (1); Atualização dos aluguéis referenciais (2); Padrão da construção (3); Estado de conservação da construção (3); Idade do prédio e/ou do cinema (3). Nota: (1), (2) e (3), ponderados através da relação dos preços dos ingressos.

Os elementos comparativos semelhantes então adotados (cinemas) devem ser relacionados e homogeneizados conforme os pressupostos supracitados para o paradigma do objeto do estudo. Os elementos comparativos de cinemas pesquisados e obtidos foram os seguintes: Cine A B C; Cine Butantã; Cine Metrópole; Cine Paulista; Cine Bristol.

Estes elementos foram tratados e homogeneizados em cálculos realizados em uma planilha de Excel, que não é nosso objeto de estudo, e seu resultado consta nos comparativos abaixo:

CINE A B C					Ingressos =	17,40
ANO 2011/2012						
	Renda	0,14				
	Líquida	Aluguel	Mínimo	Pago		
Ago	301.536,91	42.215,17	22.676,32	42.215,17		
Set	214.331,29	30.006,38	22.676,32	30.006,38		
Out	228.144,13	31.940,18	22.676,32	31.940,18		
Nov	273.578,65	38.301,01	22.676,32	38.301,01		
Dez	252.359,47	35.330,33	22.676,32	35.330,33		
Jan	383.049,90	53.626,99	22.676,32	53.626,99		
Fev	219.699,25	30.757,90	22.676,32	30.757,90		
Mar	178.445,96	24.982,43	22.676,32	24.982,43		
Abr	272.678,72	38.175,02	22.676,32	38.175,02		
Mai	270.894,67	37.925,25	22.676,32	37.925,25		
Jun	303.255,19	42.455,73	22.676,32	42.455,73		
Jul	505.454,04	70.763,57	22.676,32	70.763,57		
Ago	180.455,20	25.263,73	22.676,32	25.263,73		
Soma	3.583.883,38				Lotação	R$/polt
	Média	38.595,67		38.595,67	1.052	36,69

TABELA 1 – Receita Liquida x Valor Pago

Fonte: o autor

CINEMA	ALUGUEL MÉDIO (R$)	LOTAÇÃO	UNITÁRIO (R$/Polt)	INGRESSO (média) (R$)	FATOR INGRESSO	UNITÁRIO (R$/Polt)
A B C	38.595,67	1.052	36,69	17,40	0,747	27,41
BUTANTÃ	7.227,52	571	12,66	12,60	1,032	13,06
LUMIERE	21.459,01	365	58,79	19,00	0,684	40,23
PAULISTA 1 e 2	30.000,00	451	66,52	43,80	0,297	19,74
BRISTOL	60.571,53	1.399	43,30	20,60	0,631	27,32
PARANÁ		1.022		13,00		
					Média	25,55

TABELA 2 - Valor unitário relativo à lotação de cinema = R$ 25,55 /poltrona

Fonte: o autor

Lembrando a lotação do Cine Paraná, tem-se: Aluguel mensal = 1.022 lugares x R$ 25,5500/lugar = R$ 26.112,00. Portanto, em números redondos temos: valor do aluguel pelo método comparativo direto = R$26.100,00.

7.2.2 Método da Remuneração do Capital

A avaliação do imóvel descrito baseia-se no terreno e na construção, visando determinação de seu valor de mercado. Para tanto, foi efetuada uma pesquisa na região geoeconômica, onde se procurou obter elementos comparativos de mesmas características do imóvel avaliando em número representativo do mercado local. Para esta avaliação foram obtidos, em princípio, 16 elementos. Todavia, após o tratamento de estatística descritiva, restaram 8 elementos da amostra considerada, efetivamente aproveitáveis. O saneamento da amostra e sua consequente homogeneização, que não é objeto deste trabalho, forneceu o valor unitário médio de R$ 2.177,00/m², sendo assim temos: Área do terreno (At) = 1.835.000m2; Unitário (R$/m2) = R$2.177,00/m2; Valor total (At x R$/m2) = R$3.994.795,00.

A participação do cinema no prédio será obtida, na falta de outros elementos tais

como especificação do condomínio, através da relação entre áreas construídas do cinema e do prédio, conforme calculado: Valor da Fração Ideal = R$ 3.994.795,00 x 0,4097 = R$ 1.636.667,50. Os valores unitários básicos das construções foram inicialmente definidos através dos custos unitários básicos de Edificações oficialmente especificados pelo Sinduscon/SP para duas classes comerciais, padrões normal e alto, relativos à data base, conforme tabela seguinte:

CLASSE/GRUPO	Pavimentos	Alto Padrão
Comercial – Andares livres	8	1.247,23
Comercial – Salas e Lojas	16	1.460,16
Média		**1.353,70**

TABELA 3 - Valor unitário básico

Fonte: Sinduscom/SP

A Construção pode ser obtida através da seguinte expressão básica: Vcc = Acp . Vub. Foc onde: Vcc = Valor do Capital – Construção; Acp = Área da Construção = 4.272,96m² ; Vub = Valor unitário = R$ 1.353,70/m² ; Foc = Fator de adequação ao obsoletismo e estado de conservação novo.

Para a depreciação, foram levadas em conta a idade aparente do prédio no qual se insere o Cine Paraná (30 anos), o estado de conservação do cinema (novo) e a expectativa de vida útil (60 anos), através do "Método de Ross – Heidecke)": Foc = R + K x (1 – R) = 0,20 + 0,625 x (1 – 0,20) = 0,700.

Conforme exposto, é adotado o valor unitário médio dos acima tabulados (R$ 1.353,70/m²) em vista das características da construção, na qual serão incluídas as taxas de BDI, que inclui lucro e despesas indiretas (projetos, cópias, orçamentos, emolumentos, movimento de terra, fundações, elevadores, ar condicionado e demais equipamentos).

Aplicando-se a expressão supra para o imóvel em tela, foi determinado o valor do Capital – Construção, através de seguinte expressão de valor: Vcb = 4.272,96m² x R$ 1.353,70/m² x 1,70 x 0,700 = R$ 6.883.324,08.

Construção: foram calculadas nos itens anteriores, que forneceram, para a data base: Capital – Terreno = R$1.637.000,00; Capital – construção = R$6.900.000,00; Total = R$8.537.000,00.

O valor do Capital será então fornecido pela soma dos valores do terreno e das benfeitorias acima calculados, acrescidos do fator de comercialização de 15%, considerado o tipo um para a idade de 30 anos, definido em trabalho técnico do Eng. Joaquim da Rocha Medeiros. Aplicando a Vantagem da Coisa Feita:

	VANTAGEM DA COISA FEITA			
Tipos de prédios	Novos	de 0 a 10 anos	de 10 a 20 anos	de 20 a 30 anos
Grande estrutura	30%	30% a 25%	25% a 15%	15% a 0%

TABELA 4 – Vantagem da Coisa Feira

Autor: Eng. Joaquim da Rocha Medeiros.

Valor do Imóvel = R$ 8.537.000,00 x 15% = R$ 9.817.550,00.

Finalmente, para calcular o Aluguel teremos que calcular a taxa de renda liquida obtida na proporção dos valores dos capitais “terreno” e “construção” e aplicar no valor do imóvel calculado acima. Para calcular a taxa de renda liquida usaremos a seguinte expressão: ri = (Crtx rt +Cc x rc)/Ct + Cc onde: ri = taxa de renda composta para imóvel; Ct = “capital-terreno”; rt = taxa de renda parcial para o “capital-terreno”; Cc = “capital-construção” rc = taxa de renda parcial para o “capital-construção”.

Tem-se então para o caso em tela: ri = (R$ 1.637.000,00 x 0,00643 + R$ 6.900.000,00 x 0,00949)/ R$ 8.537.000,00 = 0,0089 ou = 0,89% a.m. Sendo assim temos que o valor do Capital-Imóvel (R$ 8.537.000,00) a taxa líquida de rendimento (0,89%a.m.), obtém-se: Aluguel Mensal = R$ 8.537.000,00 x 1,15 x 0,0089 = R$ 87.376,20/mês. Nos cálculos acima levamos em conta um Cinema novo e reformado, reforma essa executada pelo locatário, sendo assim do valor acima calculado temos que deduzir a quantia que amortiza o custo das obras de reforma do Cinema em questão, calculada em R$ 50.038,00, cálculos esses que não são objetos desse trabalho, resultando assim R$ 37.338,20/mês, ou, em números redondos: Valor do aluguel pelo método da remuneração de capital R$37.400,00.

7.2.3 Método da Participação

Conforme exposto, o primeiro passo para o emprego do MÉTODO DA PARTICIPAÇÃO refere-se à obtenção das rendas líquidas mensais do cinema, elaborando-se Tabelas resumo das citadas rendas. Foram obtidas junto à locatária as rendas líquidas mensais em prazo compatível com relativo nível de segurança e convertidas para valor presente.

De acordo com os cálculos constantes na Tabela abaixo, a renda líquida média mensal do Cine Paraná em base ao período abrangendo 12 (doze) meses, é de R$ 189.732,19. Obtida a média final, seria a mesma capitalizada em base às taxas de renda usuais para cinemas e que são: 10% a.a. quando os equipamentos e instalações são de propriedade do inquilino e 15% a.a. quando pertencem ao proprietário do imóvel. Todavia, considerando a taxa estipulada em contrato, de 12%, tem-se o aluguel variável, correspondente ao citado percentual sobre a média líquida das vendas realizadas durante o mês de: Valor Locativo Mensal = (189.732,19) x (0,12) = R$ 22.767,86/mês ou melhor, em números redondos: Valor do aluguel pelo método da participação R$22.800,00.

CINE PARANÁ			
RENDAS LÍQUIDAS MENSAIS			
Base	505,276		
MÊS	IGP-M	RENDA LÍQUIDA (R$/mês)	RENDA ATUALIZADA (mês)
ago	465,968	192.522,23	R$ 208.762,80
set	468,975	154.803,74	R$ 166.786,19
out	471,466	151.853,54	R$ 162.743,21
nov	473,808	162.513,26	R$ 173.306,46
dez	473,252	141.127,64	R$ 150.677,34
jan	474,429	217.748,49	R$ 231.906,14
fev	474,138	151.114,01	R$ 161.037,97
mar	476,166	135.433,30	R$ 143.712,79
abr	480,229	194.089,55	R$ 204.212,40
mai	485,140	217.316,07	R$ 226.335,71
jun	488,342	187.131,48	R$ 193.620,40
jul	494,886	291.318,55	R$ 297.434,47
ago	501,963	145.025,55	R$ 145.982,62
	média	R$ 180.153,65	**R$ 189.732,19**

TABELA 5 – Rendas Liquida Mensal

Fonte: o autor

Formulação da Hipótese: Com base nos valores dos alugueis calculados, vamos alinhar as etapas do processo APQP com os resultados obtidos, buscando a redução dos possíveis modos de falha e também a minimização dos riscos na avaliação desse imóvel. Para isso iríamos trabalhar com as principais fases do APQP, que são o Planejamento, Projeto, Verificação, Validação, *Feedback* e Ações Corretivas, pois segundo Rozenfeld et al. (2006), o processo de desenvolvimento do produto, em particular suas primeiras fases, é fundamental para determinar todo o custo do projeto, inclusive o custo do produto final, no nosso caso a avaliação de um imóvel.

Sendo assim, compreendidas as necessidades do cliente, que no nosso caso é o proprietário querendo avaliar seu imóvel após uma reforma executada pelo inquilino, iremos aplicas as 5 fases do AQPP, relacionadas a seguir: Executar o Planejamento, que seria a escolha das metodologias utilizadas; Verificar e organizar os dados colhidos em campo e fornecidos pelo proprietário e inquilino; Validar todos os cálculos através de cálculos matemáticos; Usar como *Feedback* os resultados obtidos com a média dos elementos comparativos homogeneizados e a consultoria de um corretor de imóveis; Desenvolveremos as Ações Corretivas, que foi a criação de um fator de segurança, para chegarmos em um valor adequado para o valor do imóvel.

7.3 Teste da Hipótese

Os resultados obtidos por meio da aplicação dos métodos tradicionais foram os seguintes: Método – comparativo (R$26.100,00); Remuneração do capital (R$37.400,00);

Participação (R$22.800). Validando os mesmos utilizando a média ponderada dos resultados obtidos. A média ponderada tem como peso a seguinte relação: Peso 01 – Maior Valor; Peso 02 – Valor Intermediário; Peso 03 – Menor Valor. Valor Aluguel = (R$ 26.100,00 x 2 + R$ 37.400,00 x 1 + R$ 22.800,00 x 3)/6 = R$26.333,33.

Como *Feedback* ouvimos 4 (quatro) corretores de imóveis, que atuam nessa área há mais de 30 anos e todos devidamente registrados em seu órgão de classe, o CRECI / SP – Conselho Regional de Corretores de Imóveis de São Paulo, realizamos uma Homogeneização dessas consultas e aplicamos uma média aritmética simples, chegando no valor de: Valor Aluguel 2 = R$ 32.000,00. No método proposto, iremos dar peso 2 nos métodos tradicionais e peso 1 na avaliação do corretor de imóveis, sendo assim o valor do imóvel será: Valor do Aluguel = (26333,33 * 2 + 32.000,00 * 1)/3 = R$ 28.222,00

Como Ações Corretivas foi criado um fator de segurança, Fs, que é baseado no tipo de Garantia de Locação Residencial (Fiador, Depósito, Seguro Fiança). Segundo o SECOVI (2014) o tipo de Garantia mais utilizada na locação é o Fiador, seguido do Deposito e por último e o Seguro fiança. A locação com fiador é sempre mais confiável, pois em caso de falta de aluguel o proprietário poderá executar o bem do mesmo, já o deposito, normalmente tem seu valor estipulado em 3 (Três) meses, na sua maioria das vezes não cobre as despesas jurídicas em caso de uma ação de despejo. Com base nisso, criei um índice para cada tipo de garantia, para que seja multiplicado no valor calculado do aluguel dando maior segurança ao locatário, o proprietário do imóvel.

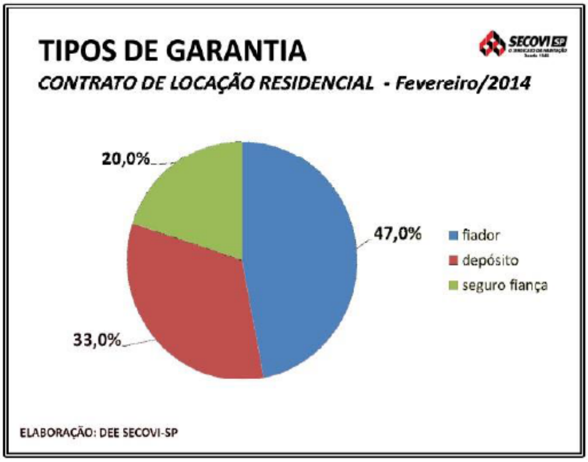


TABELA 6 – Tipos de Garantia

Autor: SECOVI

Sendo assim temos: Tg = Tipo de Garantia; Fs= Tg

Tipo de Garantia = Tg			
Mês	**Fiador**	**Depósito**	**Seguro Fiança**
indice	1	1,05	1,025

TABELA 7 – Tipo de Garantia

Fonte: o autor

No aluguel em questão temos como garantia um Depósito, sendo assim temos que o Fator de Segurança Fs é de 1.05. Finalmente, aplicando a técnica proposta, o valor do imóvel será de: R$ 28.222,00 x 1,05 = R$29.633,10. Aluguel mínimo = R$29.700,00/mês = Valor de mercado.

8 | ANALISES DOS RESULTADOS

Como demonstrado neste relatório, a técnica AProV auxilia na organização das informações dos métodos de avaliação, listando e registrando, de forma organizada e abrangente os métodos de avaliação do imóvel, minimizando as possibilidades de não entendimento das informações. Acrescenta um terceiro fator, que é o *Feedback* do corretor do imóvel e além de um fator de segurança que leva em conta o tipo de garantia que o locatário oferece. Sendo assim o valor do aluguel calculado após a aplicação do método ficou coerente com o mercado além de satisfazer o proprietário, inquilino e corretores de imóveis, o que é uma tarefa muito difícil satisfazer todos os envolvidos.

9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a utilização da Técnica AProv, onde queremos determinar o valor locativo de um imóvel, sempre deveremos contemplar o segmento de mercado no qual o avaliando está inserido, merecendo maior atenção em casos especiais, por nós entendido como atípicos, onde existem regras intrínsecas para cada mercado, quando segmentado. Vale, no entanto, lembrar que o processo de locação é, antes de tudo, econômico e o profissional, na precariedade de informação, deverá se valer da criatividade, porém sempre com bom senso. Esse trabalho e a metodologia proposta tem uma abordagem experimental para tentar explicar um raciocínio dedutivo, onde a conclusão ratifica apenas as premissas iniciais, e requer um longo e continuo trabalho, um Mestrado, para se chegar em um resultado que enuncia uma verdade que ultrapassa o conhecimento dado pelas premissas.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Nelson Roberto. Imóveis Urbanos, Avaliação de Alugueis Aspectos Práticos e Jurídicos. Editora PINI. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653 38.

CLARK & FUJIMOTO, T.. *Product development performance: strategy, organization and managemen*

COOPER. AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP (AIAG). *Advanced Product Quality Planning and Control Plan*, 2ª edição, 2008. EUA.

DENCKER, Ada de Freitas M. Métodos e técnicas de pesquisa em turismo. 4. ed. São Paulo: Futura, 2000.

FIKER, José. Manual de Avaliações e Perícias em Imóveis Urbanos, Editora Pini.2005

ISO/TS 16949.Disponível em http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=52844; acesso em 20-10-2014.

ROZENFIELD, H. et. al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos. São Paulo/SP: Editora Saraiva, 2006.

SECOVI. Disponível em http://www.secovi.com.br/pesquisas-e-indices/indicadores-do-mercado/; acesso em 16-04-2014.

TRIOLA, Mario F. Introdução à estatística. 10 ª ed. Rio de Janeiro: LTC. 2008.

DESENVOLVIMENTO DE PROJETO: GERAÇÃO DE SERVIÇO OU PRODUTO?

RESUMO: o artigo discute os projetos quanto à tipificação e a qualidade. Nesse contexto, cabe a seguinte indagação: em qual categoria se enquadra a engenharia de projetos? O desenvolvimento de projetos representa a geração de um produto ou é tipicaamente um serviço? Em defesa da primeira possibilidade, argumenta-se que o desenvolvimento de um projeto leva a um resultado tangível constituído pelos documentos, desenhos e especificações que na sequência irão permitir, através da sua execução, a concretização da finalidade do projeto. A favor da segunda, pode-se dizer que esses documentos, desenhos e especificações são na verdade intangíveis do ponto de vista da real finalidade do projeto, que só se verificará após a sua conclusão física. No artigo discute-se a caracterização da engenharia de projetos como geradora de produtos e/ou serviços, buscando responder às perguntas acima feitas, bem como se realiza uma análise desse importante conjunto de atividade à luz dos conceitos e dimensões da qualidade consagrados pela literatura.
PALAVRAS-CHAVE: desenvolvimento de projeto; dimensões da qualidade; geração do produto; geração do serviço; engenharia de produção.

INTRODUÇÃO

No desenvolvimento dos estudos e pesquisas no sentido de compreender e contribuir para a melhoria contínua da qualidade, uma dicotomia surgiu devido às diferenças dos esforços a serem considerados em cada um dos casos: entre a geração de produtos tangíveis, que têm existência física, e o oferecimento de serviços, por sua própria natureza intangíveis, para atender às necessidades específicas dos consumidores.

Embora o conceito de qualidade, caracterizado por suas cinco principais abordagens, conforme sintetizado por Garvin (2002) – ver Quadro 2 – seja aplicável a essas duas categorias de itens oferecidos ao consumo, há certamente diferenças importantes a serem consideradas, no que diz respeito às características de produção, às dimensões da qualidade e a diversos outros aspectos.

Nesse contexto, cabe a seguinte indagação: em qual dessas categorias se enquadra a Engenharia de Projetos? O desenvolvimento de projetos representa a geração de um produto ou é tipicamente um serviço? Em defesa da primeira possibilidade, pode-se argumentar que o desenvolvimento de um projeto leva a um resultado tangível constituído pelos documentos, desenhos e especificações que na sequência irão permitir, através da sua execução, a concretização da finalidade do projeto. Em defesa da segunda, pode-se dizer que esses documentos, desenhos e especificações são na verdade intangíveis do ponto de vista da real finalidade do projeto, que só se verificará após a sua conclusão física. Em favor desta posição pode-se considerar como analogia o exemplo de um serviço médico, em que o cliente, após uma consulta, sai com uma receita na mão sem que isto represente, na verdade, um produto em termos de utilização real.

No presente artigo se discute a caracterização da Engenharia de Projetos como geradora de produtos e/ou serviços, buscando responder às perguntas acima feitas, bem como se realiza uma análise desse importante conjunto de atividade à luz dos conceitos e dimensões da qualidade consagrada pela literatura. Espera-se com isso lançar luz a essa

problemática e suscitar possíveis outras discussões que devam ser consideradas a esse respeito.

1 I CONCEITOS LIGADOS À QUALIDADE

Neste item são apresentadas definições, dimensões e outras questões de interesse ao estudo da qualidade, estabelecendo uma separação entre as visões dos especialistas da qualidade em geral e aquelas dos especialistas mais envolvidos com a Engenharia de Projetos.

1.1 Tipos de produção

A literatura sobre qualidade tem contemplado uma dicotomia entre a produção de bens tangíveis, realizada através de atividades de manufatura e suas congêneres, cujos resultados são genericamente designados "produtos", e a geração de atividades intangíveis, em geral individualizadas, cujos resultados são designados "serviços".

Por razões ligadas à crescente importância das operações de manufatura nas inúmeras fábricas que surgiram após o advento da Revolução Industrial, em especial durante o decorrer do Século XX, os conceitos sobre qualidade se desenvolveram primeiramente ligados à produção industrial de bens tangíveis, sendo posteriormente adaptados à execução dos serviços. Estes traziam no seu bojo a dificuldade adicional de serem intangíveis, heterogêneos, perecíveis e inseparáveis da presença do cliente no ato da sua realização, conforme bem apontou Parasuraman (1985).

A diferenciação entre aspectos da qualidade quanto a essas duas características é mostrada em 2.2. No Quadro 1 são apresentados aspectos distintos característicos dessas duas modalidades.

Produtos	Serviços
Tangíveis, têm existência física.	Intangíveis, imateriais, não têm existência física.
Executados ao longo de um processo de produção	Executados instantaneamente ou em curto espaço de tempo.
Podem ser estocados e transportados	Não podem ser estocados e transportados.
Produção antecede o consumo	Produção simultânea com o consumo.
Produção fora do alcance do cliente	Produção com participação física ou virtual do cliente.
Formas de produção em geral homogêneas	Heterogeneidade na produção, muitas maneiras de prestar eficazmente.
Fácil avaliar a qualidade	Difícil avaliar a qualidade.

QUADRO 1 – Comparação entre produtos e serviços. Fonte: Costa Neto e Canuto (2010).

A essa subdivisão, entretanto, deve-se agregar a classificação proposta por Juran (2002). Este eminente guru da qualidade, que usava o termo "produto" indistintamente para

bens tangíveis ou serviços intangíveis, propôs a consideração de uma terceira categoria, não enquadrada nas duas anteriores tradicionais, a dos softwares, na qual se enquadram produtos como sistemas ERP, portais na internet, sistemas operacionais, programas específicos sob e encomenda, etc.

A proposição de Juran é perfeitamente justificável, pois, na verdade, os softwares têm características que os impedem de serem confortavelmente classificados nas duas categorias tradicionais. De fato, observando as colunas do Quadro 1, pode-se considerar, numa primeira análise, que os softwares são, em princípio, executados ao longo de um processo de produção, podem ser estocados e transportados, a produção antecede o consumo, a produção tem participação física ou virtual do cliente, apresentam heterogeneidade na produção e são de difícil avaliação da qualidade. Quanto à primeira linha do Quadro 1, pode-se considerar, por um lado, que os softwares são tangíveis, têm existência física, se observados sob a ótica do elemento de hardware que os abriga (CD, pen drive, suporte de memória), e, por outro lado, que são intangíveis, imateriais, pois não se podem tocar, não tem existência física.

Note-se, também, que o desenvolvimento de um software, por si só, não faz sentido se não se considerar também a sua posterior utilização, ou seja, o software como produto de um processo de produção existe, é identificável, tem características de projeto identificáveis, mas sua real utilização ocorre com o uso, e o resultado dessa utilização tem características que mais se coadunam com a prestação de um serviço.

1.2 Visões dos especialistas da qualidade em geral

O próprio conceito de qualidade tem sido objeto de longas discussões entre os especialistas do setor, levando à consideração de visões que, se não eram de todo antagônicas, priorizavam aspectos da problemática ligada à busca da qualidade de produtos e serviços.

Coube a Garvin (2002) realizar uma súmula dessas idéias, caracterizando as cinco principais abordagens da qualidade apresentadas no Quadro 2. Essa feliz colocação desse prestigiado autor é bastante útil para efeito de análise, embora não deva, a nosso ver, ser considerada formada por abordagens mutuamente excludentes nem exaustivas.

Transcendental	Qualidade é sinônimo de excelência geralmente reconhecida, baseada em marcas e padrões de alto nível.
Baseada no produto	A qualidade pode ser vista de forma precisa e mensurável, refletindo características bem determinadas que o produto possua, tais como vida útil, acessórios, funções que realiza, etc.
Baseado no usuário	A qualidade é determinada pelo atendimento das necessidades do usuário. Trata-se, portanto, de uma abordagem de alta subjetividade. Pode estar relacionada com o marketing do produto ou serviço.

Baseado no processo (ou na produção)	Qualidade é o correto atendimento às especificações do produto ou serviço. Diz respeito à engenharia de processos. É um enfoque interno à empresa e, de certa forma, embute o pressuposto de que o projeto do produto ou serviço atende às necessidades do mercado.
Baseado no valor	Relaciona as potencialidades do produto ou serviço com o seu preço, que deve ser aceitável para o usuário.

QUADRO 2 – Abordagens da qualidade. Fonte: Adaptado de Garvin (2002).

Analisando essas abordagens, Costa Neto e Rospi (2007) relacionaram a elas o perfil dos clientes que as priorizam, quais aspectos devem ser priorizados pelos responsáveis pela qualidade e quais aspectos não são importantes, conforme apresentado no Quadro 3.

Maximiniano (2010) contempla algumas das abordagens da qualidade quando afirma que gerenciar a qualidade do produto começa pela definição das especificações quanto ao seu desempenho esperado pelos clientes, mas estende a problemática da qualidade também aos interesses dos *stakeholders* de todo o processo produtivo, dentro e fora da empresa.

Abordagem	A quem prioriza	O que prioriza	O que não prioriza
Transcendental	Público rico Status	Excelência Marca	Custo
Produto	Público tecnicamente esclarecido	Utilidade do produto Atendimento a necessidades	Supérfluos
Usuário	Público majoritário	Apelo do produto Conhecimento do mercado Custo	O que escapa à visão majoritária
Produção	Mercado em geral	Engenharia Processo Conformidade	Conhecimento do mercado
Valor	Público economicamente esclarecido	Itens que valorizam sem onerar	Supérfluos

QUADRO 3 – Prioridades associadas às abordagens da qualidade. Fonte: Costa Neto e Rospi (2007).

Nessa linha, e intrinsecamente preocupado com aspectos éticos, Cerquinho (1994) ousou a seguinte definição para a qualidade:

“Qualidade é o somatório de todas as características e propriedades dos bens e serviços oferecidos que satisfaçam as necessidades razoáveis dos clientes, juntamente com o conjunto de situações envolvidas na obtenção e uso destes produtos que favoreçam uma existência saudável e autenticamente humana a todos que são afetados”.

Refletindo sobre a qualidade de produtos tangíveis, Garvin (1984) sugeriu a existência de oito dimensões da qualidade, apresentadas no Quadro 4. Essas dimensões podem também, via de regra, ser invocadas para o caso dos serviços.

Essas dimensões, segundo as palavras de Whithers e Ebrachimpour (2000), se tornaram uma largamente aceita taxonomia para discussões da qualidade de produtos,

sendo às vezes também utilizadas no caso dos serviços.

DIMENSÕES	CONCEITO
Desempenho	Referente à correta realização das atividades principais para as quais o produto foi concebido.
Complementos	Referente a itens que se agregam à realização das principais funções, contribuindo para melhorar o desempenho.
Confiabilidade	Referente à segurança no uso, ausência de riscos e não ocorrências de falhas.
Conformidade	Diz respeito ao cumprimento das especificações do projeto.
Durabilidade	Relacionada com a vida útil do produto.
Assistência técnica	Referente ao apoio pós-venda e às facilidades para manutenção em caso de falha.
Estética	Referente à boa aparência, ao bom gosto e às sensações agradáveis proporcionadas pelo produto.
Qualidade percebida	Dimensão subjetiva, relacionada à opinião de cada cliente, influenciada por aspectos específicos do produto.

QUADRO 4 – Dimensões da qualidade de produtos. Fonte: Garvin (1984)

Já pensando exclusivamente nos serviços, Parasuraman et al (1990) propuseram um outro conjunto de dimensões da qualidade, apresentado no Quadro 5.

Dimensões	Conceito
Aspectos tangíveis	Evidências físicas do serviço, aparência das instalações, pessoas, materiais, objetos e ferramentas.
Confiabilidade	Consistência e capacidade demonstradas na prestação de serviço.
Responsabilidade	Disposição para ajudar o cliente e proporcionar com presteza o serviço.
Competência	Habilidades específicas e conhecimentos necessários para executar o serviço.
Cortesia	Fineza, respeito, consideração e amabilidade no contato pessoal.
Credibilidade	Confiança, honestidade e integridade transmitidas pelo prestador de serviço.
Segurança	Ausência de risco, perigo ou dúvida.
Acesso	Proximidade e facilidade de contato.
Comunicação	Manter o cliente informado de forma compreensível e escutá-lo.
Conhecimento do cliente	Esforço para conhecer e atender suas necessidades.

QUADRO 5 - Dimensões da qualidade de serviços. Fonte: Adaptado de Parasuraman et al. (1990).

A esse conjunto de dimensões da qualidade em serviços, Rotondaro e Carvalho (2006) acrescentaram também velocidade, como a rapidez para iniciar e executar o atendimento ao cliente, e flexibilidade, como a capacidade de alterar o serviço quando necessário.

Quanto a uma tipologia dos serviços, Silvestro et al (1992) propõe três grandes categorias: a) Serviços de massa, pouco personalizados, com alto grau de padronização,

que atendem grande número de clientes por unidade de tempo, como o transporte urbano, emissoras de televisão, hipermercados, etc.; b) Lojas de serviços, que atendem a um número intermediário de clientes, com um mediano contato e alguma interação com esses clientes, com um partilhamento das atividades em contato direto (front office) e serviço de retaguarda (*back room*), como o varejo em geral, hotéis, restaurantes, hospitais, etc.; c) Serviços profissionais, com atividades especializadas e alto contato com os clientes, altamente adaptados às suas necessidades, como escritórios de advocacia, médicos, consultores, arquitetos, etc.

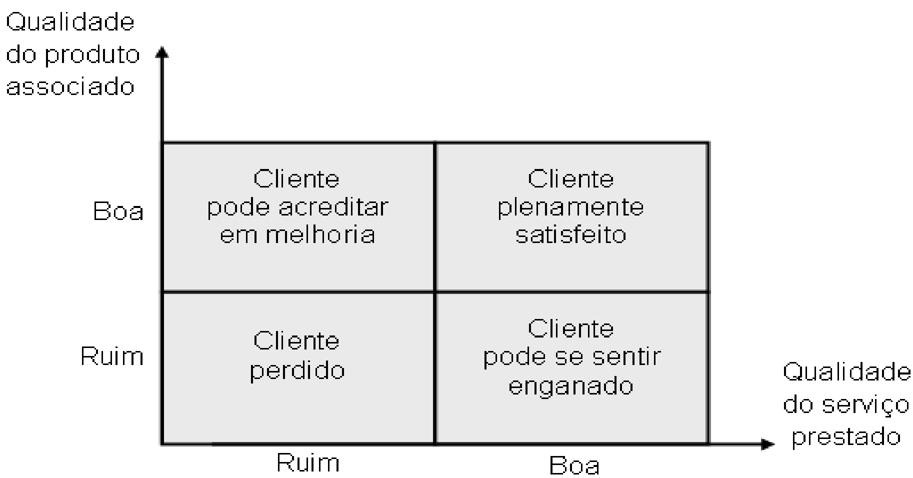


FIGURA 1 – Qualidade do serviço prestado x qualidade do produto associado. Fonte: Costa Neto e Silva (2007).

Por outro lado, analisando a problemática da qualidade dos serviços de varejo, Costa Neto e Silva (2007) consideram a necessidade de se subdividir a percepção pelo cliente da qualidade desse tipo de serviço extremamente genérico em duas componentes: a qualidade do produto (ou serviço) associado, objeto da venda pelo varejo, e a qualidade do serviço prestado, avaliada pelas demais dimensões propostas por Parasuraman et al (1990). Esta análise levou à construção da Figura 1 acima, na qual se apresentam as consequências prováveis das combinações de níveis da qualidade das duas componentes do serviço.

1.3 Visões dos especialistas voltados a projetos

A qualidade do projeto é fundamental para a qualificação final do produto, tanto para o desempenho funcional como financeiro, sendo que os fatores que afetam esta qualidade são ligados diretamente ao empreendedor (capacidade de expressar claramente os objetivos a serem atingidos), projetista (capacidade de traduzir os objetivos e restrições em alternativas de soluções funcionais tecnológicas com desempenho equivalente), executante do projeto (capacidade de executar o projeto sem afetar o nível de qualidade do projeto) e controle operacional sistematizado (disponibilidade de legislação, documentação, regras, padronização) (HINO, 2001).

Diversos autores contemplaram aspectos da qualidade relacionando-os às

atividades de projetos. Para Campos (2004), a busca da qualidade dos projetos passa pelas seguintes ações:

- Dedicação na definição de trabalho; - Entendimento dos requisitos do cliente; - Transformação dos requisitos do cliente em documentação; - Planejamento com conceito de “fazer certo na primeira vez”; - Usar ferramentas de acompanhamento e avaliação do processo; - Melhorar continuamente; - Mudar os planos para “*baselines*” para que seja padrão de ações e mudanças.

O gerenciamento da qualidade dos projetos, segundo o PMBok, envolve três fases: - Planejamento da Qualidade, em que se definem os padrões básicos da qualidade desejados para o projeto e os meios de atingi-los; - Garantia da Qualidade, envolvendo ações que assegurem o atendimento das expectativas de todos os seus *stakeholders*; - Controle da Qualidade, visando verificar se os padrões da qualidade planejados estão sendo executados e promovendo ações para resolver as possíveis discrepâncias (PMI, 2008).

Esta trilogia, se comparada com aquela proposta por Juran (2002) para a qualidade em geral – planejamento, controle e melhoria – apresenta a distinção de que a melhoria da qualidade não se aplica como no caso de processos repetitivos, pois o projeto é, em princípio, único. Entretanto, melhorias quanto ao planejamento podem – e devem – estar embutidas nas atividades de controle da qualidade, devendo ser perscrutadas e aplicadas sempre que possível.

Segundo Maximiano (2010), a administração da qualidade de um projeto resulta da qualidade de seus elementos: escopo, tempo, custos, riscos, entre outros. O mesmo autor aborda outro importante aspecto ligado à questão da qualidade em projetos, ao considerar duas importantes e distintas faces dessa qualidade: a qualidade de seu gerenciamento e a qualidade do(s) produto(s) do projeto, relacionada à adequada utilização desse(s) produto(s) pelos clientes finais, conforme ilustrado na Figura 2.

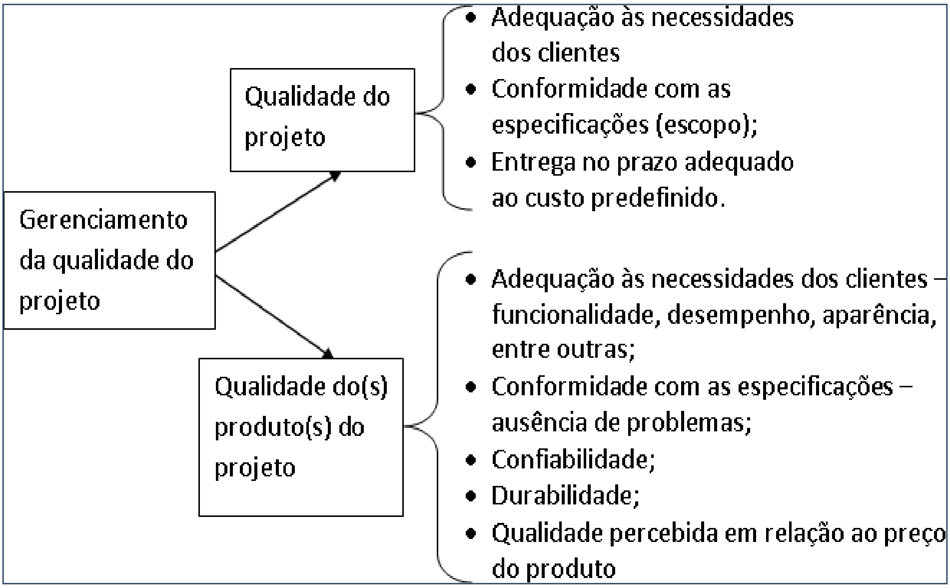


FIGURA 2 – Os dois aspectos do gerenciamento da qualidade de projetos. Fonte: Adaptado de Maximiano (2010).

Essa dicotomia é conceitualmente parecida com aquela apontada em 2.2 referente ao conceito da qualidade quando aplicado aos serviços de varejo, conforme ilustrado na Figura 1, com a agravante de que se um projeto for mal gerenciado e, consequentemente, mal executado, este fato deverá provocar impacto negativo na qualidade do(s) produtos(s) do projeto.

2 | DISCUSSÃO DOS ASPECTOS REFERENTES À QUALIDADE DE PROJETOS

2.1 Tipologia do produto projeto

Voltando-se agora à pergunta “Um projeto é um produto (tangível) ou um serviço?”, cair-se-á na mesma discussão apresentada em 2.1. Usando aqueles mesmos argumentos, a resposta mais provável será “nem uma coisa nem outra”, o que conduz à tipificação dos projetos na mesma categoria em que Juran classificou o software. De fato, assim como o software, um projeto só faz sentido se concebido para uma posterior utilização, tem existência física, consubstanciada em uma série de documentos, especificações e procedimentos, o que o aproximaria de um produto tangível, mas sua característica de atendimento à realização do(s) produto(s) do projeto estão mais próximas às de um serviço.

Essa proposta, pois, é de se considerar que a terceira categoria de produtos segundo Juran se refira diretamente a projetos, o que não descaracteriza a colocação do eminente pensador da qualidade, pois, em última análise, a obtenção de um software resulta da realização de um projeto.

Por outro lado, um cotejo da tipologia dos projetos com a classificação de Silvestro et al. (1992) vista em 2.2, tende a enquadrar as atividades de projeto, embora possa

este ser de pequeno, médio ou grande porte, na categoria das atividades profissionais, por exigirem, em geral, alta especialização e atendimento às necessidades específicas de cada cliente. Este cliente, em princípio, é o cliente do projeto, ou seja, aquele que encomendou o projeto e, apenas indiretamente, os clientes do(s) produtos(s) do projeto, conforme discutido em 3.2. Assim, por exemplo, pode se tratar de um grande projeto de engenharia para construir uma linha de Metrô, que terá muitíssimos clientes individuais quando concluída a obra, configurando um serviço de massa, mas a execução do projeto é altamente profissional, necessitando especialistas do setor com abalizado conhecimento, buscando definir as especificações a cumprir em estreito contato com o cliente do projeto (a empresa ou o governo interessado na obra) e dispondo da competência necessária para gerar adequadamente as instruções e procedimentos a serem posteriormente seguidos na execução do projeto e na utilização do(s) produto(s) do projeto.

2.2 Aspectos da qualidade de projetos

Para efeito desta discussão, se invoca a subdivisão apresentada em 2.2 e representada na Figura 1, na qual se diferenciam a qualidade do serviço varejo em si e a qualidade do(s) produto(s) associados.

Semelhantemente, vamos considerar, no caso dos projetos, a qualidade do projeto em si e a qualidade do(s) produto(s) do projeto, conforme já utilizado na Figura 2. Isto leva à consideração da existência do(s) cliente(s) do projeto, aquele(s) que encomenda(m) o projeto a quem o executa, e os clientes do(s) produto(s) do projeto, doravante designados “consumidores”. Estes, a nosso ver, estão contemplados na parte inferior da Figura 2. Entretanto, estes clientes também estão indiretamente contemplados ao se satisfazer às exigências dos clientes do projeto, pois se imagina que estes desejam a boa qualidade do projeto em si para que o(s) produto(s) do projeto satisfaçam às necessidades dos consumidores, em muitos casos também clientes dos que encomendaram o projeto. Estas considerações valem também para a conformidade com as especificações oriundas do escopo do projeto, e para a sua entrega no prazo e custo predefinidos.

Feitas estas considerações podemos construir a Figura 3, na qual se resumem os prováveis resultados dos possíveis cotejos entre a qualidade do projeto em si e a qualidade do(s) produto(s) do projeto.

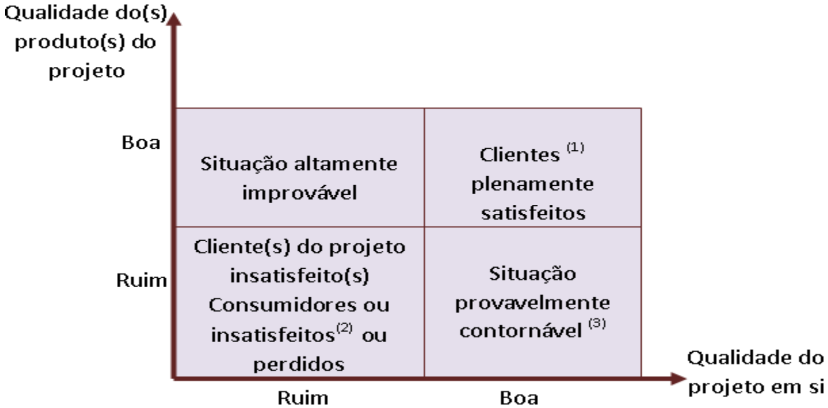


FIGURA 3 – Qualidade do projeto x qualidade do(s) produto(s) do projeto. Fonte: Autor desse artigo.

(1) Cliente(s) do projeto e consumidores do(s) produto(s) do projeto; (2) No caso de uso compulsório do produto do projeto (transporte público, hospital, etc.); (3) Pois, se o bom projeto não está gerando bom(ns) produto(s), deve ser devido a alguma circunstância identificável e reparável.

Além disso, para que a qualidade do projeto em si, traduzida por sua conformidade com as especificações (escopo), seja efetiva, é necessário que haja qualidade no gerenciamento do projeto. A Figura 4 apresenta os relacionamentos referentes a esta problemática.

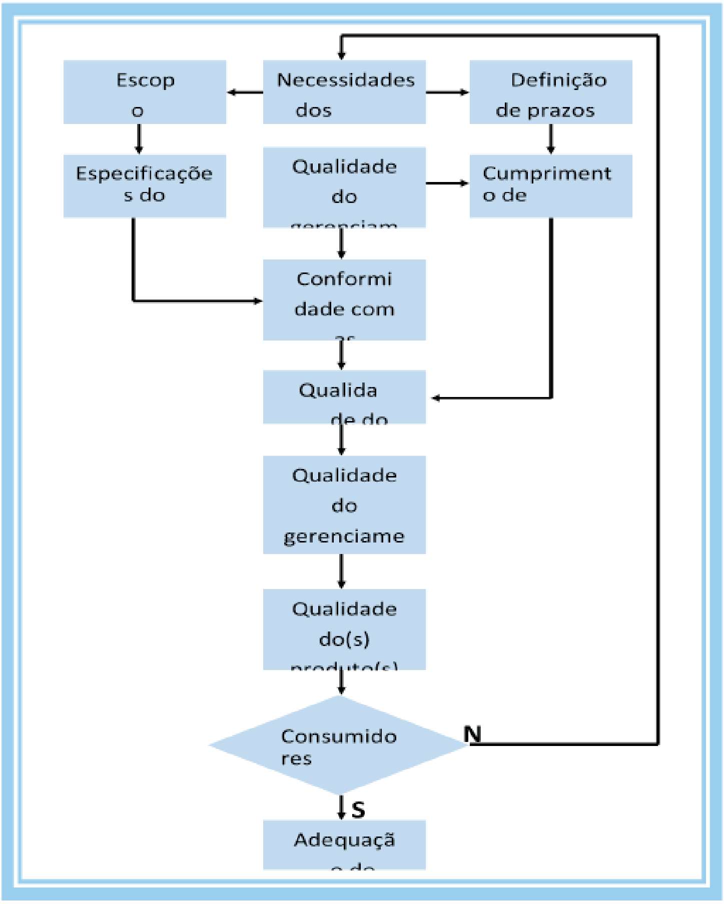


FIGURA 4 – Qualidade do projeto e do seu gerenciamento. Fonte: Autor desse artigo.

Examinando-se as abordagens da qualidade apresentadas no Quadro 3, elas se aplicariam à problemática dos projetos da seguinte maneira: - A **abordagem transcendental** diz respeito a projetos excepcionais, únicos, com exigência de extrema qualidade na sua concepção e desenvolvimento, sem o que não levariam ao êxito. Exemplo: o Projeto Apolo, que colocou o homem na Lua; - A **abordagem baseada no produto** refere-se a projetos que têm características particulares para atender às necessidades específicas de certos grupos de clientes. Exemplo: o projeto de um *jeep* para ser usado *off-road*; - A **abordagem baseada no usuário** diz respeito a projetos cujo(s) produto(s) busca(m) satisfazer a necessidade de grande número de pessoas. Exemplo: o projeto de uma linha de Metrô; - A **abordagem baseada no processo**, já invocada anteriormente neste item, pode ser considerada em dois níveis: na fase de concepção, as especificações do projeto traduzirem corretamente o seu escopo e, na fase da execução do projeto, esta ser realizada em perfeita consonância com as especificações. Trágico contraexemplo: o acidente da linha 4 do metro de São Paulo; - A **abordagem baseada no valor** refere-se a projetos que buscam atender seu escopo a custo acessível aos interessados. Esta conceituação

também pode ser considerada em dois níveis, no do projeto em si e no do(s) produto(s) do projeto. Exemplo: a construtora Método Engenharia, quando se dedicava à construção de prédios residenciais, ao invés de conceber projetos adequados ao terreno existente desenvolveu um projeto padrão, com os respectivos requisitos de qualidade, e procurava adquirir os terrenos que fossem adequados a esse projeto e permitir, em consequência, baratear o custo para o comprador dos apartamentos.

Examinando na sequência as dimensões da qualidade de produtos propostas por Garvin (Quadro 4) e de serviços, propostas por Parasuraman et al. (Quadro 5), complementadas por Rotondaro e Carvalho (2006), tem-se nos Quadros 6 e 7 uma avaliação da importância dessas dimensões para o projeto e para o(s) produto(s) do projeto, usando a notação: MI = muito importante; I = importante; NA = não se aplica.

Dimensões	Do projeto	Do(s) produto(s) do projeto
Desempenho	MI	MI
Complementos	NA	I
Confiabilidade	MI	MI
Conformidade	MI	MI
Durabilidade	NA	I
Assistência técnica	NA	I
Estética	NA	I
Qualidade percebida	I	MI

QUADRO 6 – Dimensões da qualidade de produtos em projetos. Fonte: Autor desse artigo.

Dimensões	Do projeto
Aspectos tangíveis	NA
Confiabilidade	MI
Responsabilidade	NA
Competência	MI
Cortesia	NA
Credibilidade	NA

Dimensões	Do projeto
Segurança	NA
Acesso	NA
Comunicação	I
Conhecimento do cliente	I
Velocidade	I
Flexibilidade	I

QUADRO7 – Dimensões das qualidades de serviços em projetos. Fonte: Autor desse artigo.

No Quadro 7 não foi apresentada a coluna correspondente ao(s) produto(s) do projeto pois, sendo neste caso esse(s) produto(s) na verdade serviço(s), as suas dimensões

da qualidade, conforme concebidas pelos que as formularam, referem-se basicamente a atitudes e comportamentos das pessoas que prestam os serviços e não das especificações do projeto do serviço, objeto da discussão no presente artigo. Observando-se nos Quadros 6 e 7 as colunas referentes às dimensões do projeto, vê-se que as dimensões importantes e não aplicáveis estão distribuídas de maneira razoavelmente bem balanceadas nas duas classificações, o que reforça a ideia de que os projetos não se enquadram simplesmente na categoria "produto tangível" nem na categoria "serviço", justificando a propositura feita em 3. de enquadrá-los numa tipologia própria. Algumas considerações adicionais fazem sentido quanto à interpretação das dimensões da qualidade consideradas:

2.2.1 Dimensões da qualidade de produtos

- **Desempenho:** significa o projeto cumprir a finalidade para a qual foi concebido. Note-se que o principal indicador da eficácia desta dimensão é dado pelo adequado desempenho do(s) produto(s) do projeto; - **Confiabilidade:** quanto ao projeto, significa ausência de falhas na sua concepção; quanto ao(s) produto(s) do projeto, inclui também segurança e ausência de riscos.

- **Conformidade:** já discutida anteriormente; - **Qualidade percebida**: é importante quanto ao projeto, por parte de quem o contrata, mas mais importante ainda por parte dos clientes do(s) produto(s) do projeto, pois sua avaliação perceptiva desse(s) produto(s) ou serviço(s) determinará ou não o sucesso do negócio.

2.2.2 Dimensões da qualidade de serviços

- **Competência:** característica da equipe executora do projeto que garante a sua confiabilidade; - **Comunicação:** tem importância para garantir a correta captação das necessidades do cliente para a devida configuração das especificações do projeto.

- **Conhecimento do cliente:** contribui para a comunicação e permite um melhor diálogo com o cliente no sentido de aperfeiçoar o projeto; - **Velocidade:** diz respeito à capacidade de completar o projeto no prazo previsto; aplica-se também à execução do projeto e é um ponto muitas vezes critico; - **Flexibilidade:** refere-se à possibilidade de realizar, sem maiores problemas, alterações no projeto.

3 | CONCLUSÕES

No presente artigo se buscou aprofundar a discussão sobre o significado da qualidade em projetos, à luz das conceituações e dimensões da qualidade consagradas pela literatura. Dada a dicotomia em geral aceita entre produtos tangíveis e serviços intangíveis como objetos dos sistemas de produção, mostrou-se que os projetos devem ser colocados em uma terceira categoria de realizações, anteriormente já distinguida por Juran (2002)

com referência ao software. Para efeito do aprofundamento da análise, invocou-se a visão de Maximiniano (2010), que contempla duas vertentes do gerenciamento da qualidade do projeto, referentes à qualidade do projeto em si e à qualidade do produto do projeto. Foi também avaliada a importância das diversas dimensões da qualidade propostas por Garvin (1984) e Parasuraman et al. (1990) quando aplicadas a projetos. Com o presente trabalho se espera haver trazido uma contribuição para a discussão conceitual do significado da qualidade em projetos. Os autores se colocam à disposição dos interessados em aprofundar a análise dessa interessante questão.

REFERÊNCIAS

Campos, V. Falconi. Controle da qualidade total (no estilo japonês). Belo Horizonte: *INDG*, 2004, 8ª ed.

Cerquinho, F. Ética e Qualidade nas empresas. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo, 1994.

Costa Neto, P. L. O. e Canuto, S. A. Administração com qualidade. São Paulo: *Blucher,* 2010.

Costa Neto, P. L. O. e Rospi, L. Sobre o conceito da qualidade. XXVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, 2007.

Costa neto, P. L. O. e Silva, J. R. F. Qualidade no varejo. XXVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, 2007

Garvin, D. A. – .What does “Product Quality” really mean. Cambridge, USA, Sloan Management Review*,* Fall, 1984.

Garvin, D. A. – Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: *Qualitymark*, 2002.

Hino, M. K. Qualidade do projeto de empreendimentos habitacionais de interesse social: proposta utilizando o conceito de desempenho. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2010. Disponível em http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT303-%20Hino.PDF.

Juran, J. M. Qualidade desde o projeto. São Paulo: *Thomson* Learning, 2002.

Maximiano, A. C. A. Administração de projetos: como transformar idéias em resultados. São Paulo: *Atlas*, 2010.

Parasuraman, A. A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, 1985.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. e Berry, L. L. Delivening quality service: balancing costumers perceptions and expectations. New York: *Free Press*, 1990.

PMI – Project Management Institute, PMBO of Knowledge. Gestão de Projetos - PMI 2008. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABH5oAJ/pmbok-2008-portugues>, acesso em: 12 de agosto de 2010.

Rotondaro, R. G. e Carvallho, M. M. Qualidade em serviços. in Carvalho, M. M. e Paladini, E. P. (org.)

Gestão da qualidade: teoria e casos. Rio de Janeiro: *Campus Elsevier*, 2006.

Silvestro, R., Fitszgerald, L., Johnston, R. e Voss, C. Towards e classification of service processes. *International Journal of Service Industry Management*, v. 3, nº 3, 1992.

Withers, B. e Ebrahimpour, M. Does ISO 9000 Certification affect the dimensions of quality used for competitive advantage? *European Management Journal,* vol. 18, nº 4, 2000.

GESTÃO DA PRODUÇÃO NA FABRICAÇÃO E MONTAGEM

RESUMO: a gestão da produção pode ser definida como a alocação de recursos de produção disponíveis ao longo do tempo para melhor atender a um conjunto de critérios e, consequentemente, ao cliente em potencial. Normalmente, os problemas que ocorrem dentro do processo de produção de uma empresa são muitas vezes devido a atrasos na entrega de produtos. A programação de atividades para uma entrega efetiva envolve um conjunto de tarefas a serem executadas, e os critérios para a mesma podem envolver compensações entre a conclusão antecipada e a final de uma tarefa, e entre manter o estoque para a tarefa e as trocas frequentes de produção. A intenção deste estudo é apresentar os conceitos inerentes à gestão da produção, dando uma classificação ampla para os vários problemas de programação de atividades, revisar importantes conceitos para essas classes de problemas e contrastar a teoria atualmente disponível com a prática de programação de produção. Este trabalho destaca áreas problemáticas para as quais existe uma discrepância significativa entre prática e teoria, e para a qual a prática corresponde potencialmente à teoria.
PALAVRAS-CHAVE: gestão da produção; programação de atividades; processo de produção; problemas de produção; atrasos na entrega.

1 I INTRODUÇÃO

Segundo GAITHER e FRAZIER (2006), a administração da produção e operações, também chamada de APO, é a responsável pela organização da produção de bens e serviços das corporações nos moldes do mercado atual. Diante da realidade vivida pelo mercado de bens e serviços nos tempos atuais, os processos de produção das corporações devem se mostrar cada vez mais organizados e inovados para que a competitividade e a integração desses processos mantenham as corporações atuantes no mercado. Assim, a APO mostra-se como uma importante ferramenta para que as corporações possam evoluir perante o mercado e oferecerem melhores resultados em seus produtos, onde essa evolução se torna possível com a manutenção de todas as práticas de sucesso exercidas no passado aliadas com a inovação e melhoria de sua execução.

Como justificativa, temos que nem toda empresa executora de serviços de Fabricação e Montagem Industrial possuem sistemas de Gestão da Produção implementados em seus processos. Sendo assim, o conhecimento sobre a gestão dos processos produtivos auxiliará as empresas na organização de todo o processo produtivo e, consequentemente, na geração de resultados operacionais satisfatórios. O não cumprimento dos prazos de entrega pode causar uma imagem negativa diante de seus clientes, onde a adoção de métodos de melhoria desses processos produtivos age de forma positiva na manutenção de sua imagem perante o mercado. Considerando que os atrasos na entrega dos produtos causam prejuízos na execução de serviços planejados pelo solicitante do produto e a utilização de custos acima daqueles orçados para a fabricação podem gerar um desequilíbrio financeiro para a empresa, esse estudo visa buscar uma resposta concreta para o seguinte questionamento: “Em quais aspectos a Gestão da Produção pode contribuir para o êxito dos processos de Fabricação e Montagem Industrial?”

Temos como objetivo geral desse estudo ilustrar a importância que a Gestão da Produção apresenta dentro dos processos de Fabricação e Montagem Industrial. Como objetivos específicos, a apresentação dos conceitos inerentes à Gestão da Produção,

conceituação e classificação dos problemas de programação de atividades e contrastar a teoria atualmente existente com a prática de programação de atividades no processo de produção. A metodologia que será utilizada nesse trabalho será feita através de uma pesquisa bibliográfica que utilizará uma análise qualitativa de todo o acervo existente para o assunto de gestão da produção, cujas obras remeterão a datas de até 20 anos atrás. Dentro do acervo a ser utilizado, realizaremos a leitura e interpretação de livros publicados, trabalhos acadêmicos desenvolvidos por alunos e pesquisadores, materiais retirados da internet e outras fontes literárias que se mostrarem necessárias.

2 I A GESTÃO DA PRODUÇÃO

A visão tradicional da gestão da produção começou no século XVIII, quando Adam Smith reconheceu os benefícios econômicos da especialização do trabalho. Ele recomendou dividir as tarefas da empresa em subtarefas, alocando os trabalhadores da empresa nas tarefas para as quais eles mostrassem mais qualificações e eficiência. No início do século XX, F.W. Taylor implementou as teorias de Smith e desenvolveu a gestão científica. Desde então até 1930, muitas técnicas foram desenvolvidas prevalecendo a visão tradicional (CORRÊA, 2003).

A produção é definida como a transformação de recursos em um produto, através de processos químicos ou mecânicos para criar ou aumentar a utilidade do produto para o cliente. Assim, a produção é um processo de agregação de valor. Em cada estágio da produção, haverá agregação de valor ao bem ou serviço produzido (PASQUALINI; LOPES; SIEDENBERG, 2010).

O sistema de produção é a responsável direta pelos produtos de uma empresa. É nessa atividade em que os recursos, fluindo dentro de um sistema definido, são combinados e transformados de forma controlada para agregar valor de acordo com as políticas de gestão adotadas. (SLACK et al, 2008).

Segundo os autores citados acima, o sistema de produção possui as seguintes características: A produção é uma atividade organizada, portanto, todo sistema de produção tem um objetivo; O sistema transforma as várias entradas em saídas úteis; Ele não opera isoladamente de nenhum outro sistema da organização; Existe um feedback sobre as atividades, que é essencial para controlar e melhorar a performance do sistema.

A gestão da produção ajuda a empresa a atingir todos os seus objetivos. Produz produtos que satisfazem as necessidades e desejos dos clientes. Com isso, a empresa aumentará seu volume de vendas, fazendo com que os objetivos da empresa sejam alcançados. Ajuda também a empresa a satisfazer seus clientes. Isso aumenta a reputação e a imagem das empresas. Uma boa imagem ajuda a empresa a expandir seus negócios e, consequentemente, crescer dentro do mercado consumidor (VIEIRA, 2012).

Em relação à concorrência, a gestão da produção ajuda a empresa a enfrentar seus concorrentes com produtos de quantidade certa, qualidade certa, preço certo e no momento de mercado certo. Esses produtos são entregues aos clientes conforme suas necessidades e dentro dos prazos firmados pelos mesmos. Para isso, mostra-se necessária uma utilização otimizada de recursos e insumos necessários para a produção. Assim, a

empresa pode atingir seu objetivo de utilização de capacidade máxima de produção e de vendas (VIEIRA, 2012).

O gerenciamento de produção ajuda a minimizar os custos de produção ao maximizar as saídas e minimizar as entradas, buscando assim uma eficiência tanto operacional quanto financeira para a empresa. Isso acaba por levar a empresa a expandir seus negócios, porque tenta melhorar a qualidade e, ao mesmo tempo, reduzir os custos, propiciando assim lucros maiores (ESCORSIM, KOVALESKI, REIS, 2005).

Por causa do aumento da produção de uma determinada empresa, outros setores também acabam se expandindo. Este efeito de propagação oferece mais oportunidades de emprego e aumenta a economia, levando ao crescimento econômico e ao bem-estar da nação.

3 I PROBLEMAS NA PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES

A natureza dos materiais e as operações envolvidas na produção industrial são bem diferentes em comparação àquelas encontradas no processo de manufatura. Essa diferença mostra-se claramente na terminologia utilizada. Isso porque, no processo de manufatura, os ingredientes substituem as peças, as receitas substituem a lista de materiais e os lotes substituem as unidades. A diferença na terminologia é herdada da prática de fabricação desde que os termos acima mencionados caracterizam abordagens de fabricação distintas (VIEIRA, 2012).

Existem dois tipos básicos de produção industrial: fluxo e lote. A produção em fluxo refere-se a uma produção em que os produtos fluem continuamente, ao invés de haver uma divisão em etapas. A produção em fluxo é comum em sistemas onde um número limitado de produtos é produzido em grandes volumes, seguindo um processamento bastante padronizado. Já a produção em lote é definida como uma técnica de fabricação na qual as peças são acumuladas e processadas em conjunto. A produção em lote é comum em sistemas que oferecem uma variedade de produtos que geralmente passam por etapas de processamento distintas. Existem também sistemas de produção industrial que envolvem fluxo e subprocessos. Estes são frequentemente definidos como semicontínuos (SLACK et al, 2008).

Atualmente, a produção industrial tem sido muito estudada pelas empresas e por especialistas no assunto. Isso porque as diferenças entre a produção industrial e a produção em termos de gestão da demanda, processo de produção, qualidade, planejamento e controle da produção possuem particularidades que vaiam de acordo com o tipo de empresa e de processo adotado para a produção. Mesmo assim, nem todas essas características têm efeitos imediatos no planejamento e programação dos sistemas de produção, o que acaba levando a algumas dificuldades em sua implementação (MOREIRA, 2008).

Na presença de restrições de tempo de armazenamento, decisões de programação inadequadas podem resultar em um alto número de configurações, bloqueando ou mesmo gerando falta ao longo dos estágios, desperdício de materiais intermediários e, assim, inviabilizar o desempenho global do sistema produtivo. Além disso, a perecibilidade dita a segregação de lotes, a fim de evitar a degradação e torna o agendamento de produção

mais complexo (GAITHER; FRAZIER, 2006).

Geralmente, é necessário ter sistemas de rastreamento na empresa para localizar a origem dos materiais através do sistema de controle de almoxarifados. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

É sabido de todos que as limitações de armazenamento são comuns em todos os tipos de sistemas de fabricação. (MONTEIRO, 1982).

Muitas vezes são necessárias configurações na área de produção para preparar o maquinário a fim de atender a cronologia das execuções de produção. Para todas as indústrias, as configurações levam quantidades significativas de tempo e esforço para consolidar a programação da produção. Além disso, as configurações utilizadas para a organização das unidades de produção devem estabelecer requisitos de organização e limpeza para uma melhor execução das atividades produtivas (SLACK et al, 2008).

Também é comum que as configurações sejam dependentes da sequência de produção, devido às diferenças que existem entre as especificações de produto e processo entre os diferentes materiais a serem processados dentro da linha de produção. (ZACCARELLI, 1987).

Quando a utilização da capacidade produtiva é alta, as configurações podem afetar significativamente o desempenho do sistema produtivo. (MARTINS; LAUGENI, 2002).

3.1 A programação no processo industrial

As indústrias de processo de fluxo geralmente envolvem a fabricação de um pequeno número de produtos com uma variedade limitada. As etapas de processamento são bastante padronizadas, onde os produtos seguem principalmente o mesmo roteamento, e a flexibilidade das unidades de processamento é bastante limitada. Para esse tipo de cenário, as demandas dos clientes são relativamente estáveis e previsíveis (MOREIRA, 2008).

A primeira delas está centrada no problema de dimensionamento de lotes econômicos, que é a versão capacitada de multiproduto para esse problema, desde que seja bem conhecido em relação às quantidades de ordem econômica. As suposições se baseiam na demanda e produção determinísticas e contínuas, tempo de setup e o custo, que deve ser independente da sequência e um *backlogging* não permitido. O processo em fluxo visa encontrar um cronograma de produção que minimize a soma dos custos de manutenção e configuração por tempo demandado por cada unidade (VIEIRA, 2012).

A segunda linha de pensamento está concentrada no horizonte finito, periódico e temporário homólogos do processo em fluxo. Segundo Gaither e Frazier (2006), uma variedade de problemas pode ser considerada nesta área, sendo as premissas fundamentais desses modelos: horizonte de planejamento finito e composto por vários períodos de tempo com comprimentos determinísticos; demanda ao longo dos períodos determinista e variável ao longo do tempo; taxas de produção fixas; custos de configuração independentes da sequência; tempos de configuração insignificantes; *backlog* não permitido.

O objetivo é encontrar um cronograma de produção que minimize a soma dos custos de manutenção e configuração dentro do horizonte de planejamento. Aqui, um cronograma especifica os tamanhos de produtos e lotes associados a cada período de tempo e

dentro do horizonte de planejamento. Os problemas mais conhecidos neste domínio são: dimensionamento de lotes comuns, dimensionamento de lotes discretos, a configuração contínua no dimensionamento de lotes, o dimensionamento proporcional da programação e o tamanho geral do lote relacionado à programação (JACOBS, 2009).

Temos também a questão relacionada ao problema caracterizado por pequenos períodos de tempo em que um tipo de produto, no máximo, pode ser produzido. A duração dos períodos em problemas desse tipo corresponde a horas ou até mesmo turnos para serem solucionados. Isso se deve ao fato de que, em cada período de tempo, a linha de produção processa um único tipo de produto em sua capacidade total ou permanece inativa. Assim, não é necessário determinar tamanhos de lote explicitamente.

O processo por fluxo deixa a suposição do tudo ou nada, permitindo assim tamanhos de lotes contínuos. Assim, há um produto processado por limitação de período, e que pode permitir até dois produtos por período. O horizonte de planejamento é dividido em vários períodos níveis macro, onde cada um dos quais é composto por vários períodos menores. Assim, cada período macro é tratado como um problema de pequeno porte, enquanto que o problema geral é tratado como um problema de grande porte (VIEIRA, 2012).

Apesar de atualmente ser mais comum a concentração em problemas de escalonamento em lotes de um único equipamento, tem sido empreendido por estudiosos e por empresas um esforço para estender o conhecimento para avaliar os problemas inerentes a múltiplos estágios conjugados com várias máquinas. É importante notar que tais problemas também envolvem a consideração da atribuição de produção a uma unidade específica e à interdependência entre as etapas de processamento. A partir deste ponto de vista, pode-se considerar progressos para os sistemas de processamento em lote. No entanto, eles não levam em conta limites inferiores e superiores de tempo e quantidade de processamento, que são essenciais para os processos em lote. Além disso, eles se concentram principalmente no processamento de operações e não integram outros recursos, como unidades de armazenamento dentro dos problemas inerentes à programação (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

O segundo tipo são os processos de rede, em que o processamento das operações tem uma conexão feita através de uma estrutura de rede arbitrária. Neste tipo de processo, as receitas associadas ao produto são bastante complexas e os lotes são misturados e divididos entre as operações de processamento. Para as programações de produção em lotes de vários estágios e em redes gerais, temos que a mesma visa principalmente desenvolver um quadro de utilização geral que possa sistematicamente caracterizar e acomodar todos os aspectos relevantes no processamento em lote (SLACK et al, 2008).

4 | A REALIDADE DOS PROBLEMAS DE PRODUÇÃO

4.1 Observações na prática

Muitos avanços significativos na teoria de programação de produção têm sido vivenciados pelas indústrias atualmente, mas ainda existem muitos problemas não resolvidos com oportunidades para melhorias. Infelizmente, não é tão fácil rever e resumir

a programação da produção. Ambientes reais de programação da produção são um pouco alusivos para defini-los de forma rígida e, consequentemente, muito difícil de classificar. De fato, a maioria dos planejadores de produção alegam, com alguma justificativa, que a sua configuração de programação não é apenas única, mas suficientemente diferente de qualquer outra configuração para exigir uma solução específica do problema (SLACK et al, 2008).

A primeira observação é a predominância do agendamento puramente manual dos sistemas de produção, especialmente em ambientes de produção relativamente simples e onde apenas alguns passos de processamento estão presentes. Esses sistemas dependem principalmente da experiência de alguns programadores experientes que constroem, revisam e mantêm a programação de produção usando não mais do que alguns recursos gráficos, como o Gráfico de Gantt. Muitas vezes não está claro exatamente como um cronograma é construído, nem como os cronogramas alternativos são comparados ou avaliados. A avaliação do cronograma parece ser qualitativa e depender de vários critérios (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

Ambos os sistemas de planejamento de necessidades de material e controle de chão de fábrica são sistemas que têm sido amplamente implementados, e foram creditados com a produção de economias significativas de custos e melhorias de desempenho. De fato, esses sistemas parecem ter revolucionado a forma como uma programação de produção é executada. Não está claro, no entanto, o quanto das melhorias são atribuíveis para se ter melhor informação em comparação com o uso de vários sequenciamentos ou procedimentos de dimensionamento de lotes (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

A atual pesquisa operacional proporcionou técnicas para programação que podem ser incompatíveis, inadequadas ou não necessárias para muitas configurações de produção. Isso é apenas parcialmente verdade. Atualmente, estão sendo vistas mais implementações de programação que dependem de ferramentas de pesquisa operacional para examinar as compensações e assegurar a viabilidade do cronograma. Em particular, isso vem acontecendo para sistemas de produção em um único estágio, em linhas de produção com instalações paralelas. Nesse caso, o problema de programação da produção pode ser formulado como um problema de programação matemática, que muitas vezes é tratável como resultado de seu tamanho e estrutura (JACOBS, 2009).

Em resumo, há algo além de uma correspondência um-para-um entre a teoria e prática da programação da produção.

4.2 Implementação na prática

Os problemas de agendamento na vida real encontrados nas indústrias são frequentemente problemas de otimização combinatória e, devido aos problemas de dimensionalidade, eles dificilmente podem ser resolvidos em tempos computacionais razoáveis usando as abordagens exatas. Portanto, embora os esforços realizados no desenvolvimento de abordagens de propósito geral sejam valiosos de um ponto de vista teórico, os modelos resultantes não podem ser prontamente utilizados para resolver os problemas de programação da produção da vida real (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

A fim de se resolver um problema dentro de um tempo computacional razoável, geralmente utiliza-se uma abordagem de decomposição em três estágios. Em cada estágio

da abordagem, algumas partes do cronograma são fixas e usadas como entrada no estágio subsequente. Há também a abordagem geral e a abordagem de decomposição. Nessa abordagem, decompõe-se a programação da produção em lotes separados, distinguindo os problemas de programação. O problema da programação em lotes determina o número e o tamanho dos lotes a serem processados (GAITHER; FRAZIER, 2006).

Em relação a esses problemas, as indústrias costumam utilizar a heurística como uma forma de se resolver o problema dos lotes, que sequencialmente determina os tamanhos dos mesmos e em uma associação gradual. Um programa não-linear inteiro misto atua nesse tipo de situação para minimizar o número de lotes ponderados pelos tempos de processamento, supondo que todos os lotes de um produto têm o mesmo tamanho. O problema de programação da produção nesse caso gera um cronograma que indica o tempo de processamento dos lotes determinados (SLACK et al, 2008).

4.3 Perspectivas futuras

Seis áreas de pesquisas vêm sendo trabalhadas atualmente, conforme veremos a seguir.

Atualmente, busca-se por métodos de programação da produção que explicitamente reflita a natureza incerta das informações disponíveis, dando alguma garantia quanto à insensibilidade do cronograma para futuras informações. Além do amplo reconhecimento da necessidade da robustez do cronograma, deve haver necessariamente um empenho considerável por parte dos planejadores da produção (MOREIRA, 2008).

Resultados do horizonte de planejamento para uma classe mais ampla de problemas de programação da produção determinam uma linha relacionada de pesquisa sobre robustez de programação. Essa seria o exame do efeito da duração do horizonte de programação da produção. A maioria dos modelos de escalonamento tentam otimizar o cronograma com relação a um horizonte finito especificado, onde o fato de que o cronograma deve ser implementado em um ambiente que pode operar indefinidamente é real (SLACK et al, 2008).

Um terceiro tópico de pesquisa que tem um destaque considerável é aquele criado pelo ambiente de programação dinâmica. O destaque para esse tipo de sistema é uma consequência do procedimento de cronograma rolante, em que os planos de cronograma para períodos futuros estão sendo repetidamente alterados. Esta instabilidade pode ser bastante cara se o cronograma está sendo usado como base para planejamento de mão de obra e decisões de aquisição. A incorporação desses custos referentes à decisão de programação considera que o problema de tamanho de lote não capacitado e de estágio único exige uma modificação simples para refletir o custo de alteração do cronograma (GAITHER; FRAZIER, 2006).

Considerando que o foco principal da programação de produção é o sequenciamento e a tomada de decisões sobre o dimensionamento de lote, a função de programação da produção certamente engloba outras decisões que podem ser dignas de otimização. Em particular, existem questões importantes em relação à aceleração de tarefas imediatas e a liberação de novas tarefas para o chão de fábrica (VIEIRA, 2012).

Agilizar é uma prática comum em muitos sistemas de controle, onde suas

consequências não parecem ser bem compreendidas. Quando uma tarefa fica atrasada por qualquer motivo, dependendo da essencialidade da tarefa, esforços especiais podem ser tomados para compensar o tempo perdido, de modo a cumprir o seu cronograma o mais breve possível. Esses esforços especiais inevitavelmente causam uma interrupção na programação da produção, o que pode acabar levando por outro lado ao atraso das tarefas subsequentes, exigindo ainda mais um ritmo mais intenso da linha de produção para recuperar os prazos estabelecidos em cronograma. Claramente, o problema pode ficar ainda maior. Para que isso não ocorra, é necessário que haja a proatividade por parte dos executores do cronograma de produção para garantir o fornecimento de matérias-primas e disponibilização de mão-de-obra para compensar os atrasos evidenciados nessa situação (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gestão da produção significa planejamento, organização, direção e controle das atividades de produção. A gerência de produção lida com a conversão de matérias-primas em produtos acabados. Reúne para sua consolidação homens, dinheiro, máquinas, materiais, métodos e mercados para satisfazer as necessidades dos clientes. A gestão da produção também lida com a tomada de decisão em relação à qualidade, quantidade, custo, etc., da produção, aplicando os princípios de gerenciamento à produção.

O gerenciamento de produção faz parte do gerenciamento de negócios, sendo na verdade uma função da produção. Atualmente, o gerenciamento da produção está sendo lentamente substituído pelo gerenciamento de operações. O objetivo principal da gestão da produção é produzir bens e serviços com a qualidade certa, quantidade certa, no momento certo e com custo mínimo. Também tenta melhorar a eficiência. Uma organização eficiente pode enfrentar a concorrência de forma eficaz. O gerenciamento da produção garante a utilização total ou ideal da capacidade de produção disponível.

A gestão da produção ajuda a empresa a atingir todos os seus objetivos. Produz produtos que satisfazem as necessidades e desejos dos clientes, fazendo com que a empresa aumente suas vendas e, consequentemente, seus lucros. Com isso, a empresa estará alcançando seus objetivos estratégicos no mercado.

O gerenciamento da produção ajuda a empresa a satisfazer seus clientes. Isso aumenta a reputação, a boa vontade e a imagem das empresas. Uma boa imagem ajuda a empresa a expandir e crescer em seus negócios. Ela também ajuda a introduzir novos produtos no mercado, através de pesquisa e desenvolvimento. Isso ajuda a empresa a desenvolver produtos mais novos e de melhor qualidade, de forma com que os mesmos sejam bem-sucedidos no mercado, na contrapartida de gerar a satisfação total dos clientes.

O gerenciamento da produção suporta outras áreas funcionais de uma organização, como marketing, finanças e pessoal. O departamento de marketing achará mais fácil vender produtos de boa qualidade, e o departamento financeiro obterá mais recursos devido ao aumento das vendas. Também obterá mais empréstimos e capital social para expansão e modernização. O departamento de pessoal será capaz de gerenciar os recursos humanos de forma eficaz devido ao melhor desempenho do departamento de produção.

A gestão da produção ajuda a empresa a enfrentar a concorrência no mercado. Isso ocorre porque o gerenciamento da produção produz produtos de quantidade certa, qualidade certa, preço certo e no momento certo. Esses produtos são entregues aos clientes conforme suas necessidades. Seu gerenciamento de produção facilita a utilização ideal de recursos, como mão de obra, máquinas, etc. Assim, a empresa pode atingir seus objetivos de utilização da capacidade produtiva e trazendo retornos financeiros ainda maiores para a organização.

O gerenciamento da produção ajuda a minimizar o custo de produção. Ele tenta maximizar a saída e minimizar as entradas. Isso ajuda a empresa a atingir seu objetivo de redução de custos e eficiência. Também ajuda a empresa a expandir e crescer, pelo fato de que tenta melhorar a qualidade e reduzir custos. Isso ajuda a empresa a obter lucros maiores. Esses lucros ajudam a empresa a expandir e crescer.

A gerência de produção realiza pesquisa e desenvolvimento contínuos, produzindo novas e melhores variedades de produtos. As pessoas usam esses produtos e desfrutam de um padrão de vida mais alto. As atividades de produção criam muitas oportunidades de trabalho diferentes no país, sejam elas direta ou indiretamente. O emprego direto é gerado na área de produção e o emprego indireto é gerado nas áreas de apoio, como marketing, finanças, suporte ao cliente, etc.

A gestão da produção melhora a qualidade dos produtos devido à pesquisa e desenvolvimento realizados. Por causa da produção em grande escala, há economias de grande escala, o que vem por reduzir o custo de produção. Assim, os preços ao consumidor também reduzem.

Por causa da produção, outros setores também se expandem. As empresas que fabricam peças sobressalentes se expandirão. O setor de serviços, como bancos, transportes, comunicações, seguros, etc. também se expandem. Este efeito de propagação oferece mais oportunidades de emprego e aumenta a economia. A produção cria o utilitário de formulários. Os consumidores podem obter utilidade na forma, tamanho e designs do produto. A produção também cria a utilidade do tempo, porque as mercadorias estão disponíveis sempre que os consumidores precisarem.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique Luis. **Teoria Geral da Administração – abordagem histórica da gestão de produção e operações**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2003. 160p.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP**. 5a ed. São Paulo: Atlas, 2000. 456p.

ESCORSIM, S.; KOVALESKI, J. L.; REIS, D. R. Evolução Conceitual da Administração de Produção. **Revista Capital Científico Guarapuava**. v.3, n.1, p. 65 – 76. Jan./Dez. 2005.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8ª ed. São Paulo: Thompson Learning, 2006. 598p.

JACOBS, F. Robert. **Administração da produção e de operações: o essencial**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 424p.

MARTINS, Petronio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 445p.

MONTEIRO, Fernando Batalha. **Sistema integrado de programação e controle da produção: um modelo cibernético de administração industrial**. 1a ed. Manaus: Metro Cúbico, 1982. 262p.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2ª ed. São Paulo : Cengage Learning, 2008. 640p.

PASQUALINI, Fernanda; LOPES, Alceu de Oliveira; SIEDENBERG, Dieter. **Gestão da Produção**. 1 ed. Rio Grande do Sul: Editora Unijuí, 2010. 100p.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração de Produção e Operações**. 1 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004. 431p.

SLACK, N. et al. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e prática de impacto estratégico**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 552p.

VIEIRA, Marcelo Milano Falcão. et al. **Teoria Geral da Administração**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2012. 198p.

ZACCARELLI, Sergio Baptista. **Programação e controle da produção**. 8a ed. São Paulo: Pioneira, 1987. 292p.

INDÚSTRIA 4.0, A 4º REVOLUÇÃO INDUSTRIAL. UM BREVE ESTUDO DAS NOVAS TECNOLOGIAS E COMO A INDÚSTRIA ESTÁ SE ADAPTANDO A ESTE NOVO CONCEITO

RESUMO: Industria 4.0 é a Quarta Revolução Industrial, ela chega para viabilizar e demonstrar a combinação de novas tecnologias, é a comunicação entre as áreas físicas, digitais e biológicas. O tema vem sendo bastante explorado, atraído pelos olhares futuristas, os quais sabem que tais mudanças afetaram o modo como vivemos, a forma como nos relacionamos e principalmente trabalhamos. Este artigo tem como objetivo promover uma reflexão sobre a Industria 4.0 trazendo ao conhecimento dos demais as novas tecnologias. Embasado em artigos e livros veremos que os desafios da Industria 4.0 se estendem a diversas áreas. Essa Revolução chegou com força e não podemos negá-las, mas podemos nos adaptar a este novo conceito, pois tais mudanças será benéfica a todos. A escala e a abrangência da atual mudança revolucionária tecnológica se desdobram passando pelo sistema econômico, social e cultural, tal proporção as torna quase impossível prever.
PALAVRAS-CHAVE: Industria 4.0, 4º Revolução Industrial, Novas Tecnologias, Desenvolvimento e Sustentabilidade.

1 I INTRODUÇÃO

Indústria 4.0, 4º Revolução Industrial ou Fábrica Inteligente, são as novas nomenclaturas para o momento em que estamos entrando. Estamos viabilizando a fusão de novas tecnologias e a comunicação entre as áreas digitais, físicas e biológicas. O que está acarretando o melhor processo para produção em massa. É um processo natural, como tudo está evoluindo no mundo, a tecnologia vem proporcionado diversas formas de produzir sendo assim não seria diferente. (HOBSBANWN,2001)

A propagação acelerada da comunicação e das tecnologias de informação nos últimos anos, trouxe consigo inúmeros desafios e oportunidades, tanto para a sociedade, como para a indústria quanto para o próprio indivíduo. Com a industrialização da produção o conhecimento científico foi transformado em tecnologia, criando novos ambientes, gerando novas formas de poder corporativos tornando-os mais competitivos.

Vamos partir do princípio como chegamos a quarta revolução industrial. A Primeira Revolução Industrial ocorreu entre 1760 e 1860, a qual estabeleceu uma nova ligação com a sociedade e o povo transformando o setor industrial. Nesta fase destacamos a substituição da energia que o homem produzia pela nova energia das máquinas a vapor, da eólica e hidráulica. Podemos evidenciar que a utilização do carvão foi a energia que modificou o cenário da época, que acarretou na criação da máquina a vapor e da locomotiva. Salientamos que houve o primeiro meio de comunicação, quase instantânea, que foi o telegrafo. (GOMES, 2017)

A Segunda Revolução Industrial teve início na segunda metade do século XIX até o século XX, seu fim foi durante a Segunda Guerra Mundial. Assimila-se à fase de maiores avanços tecnológicos comparados a 1º fase. A indústria viveu sua melhor fase pois elevou sua produtividade resultando o aumento de lucratividade. O Petróleo foi a descoberta de ouro, pois com ele as máquinas passaram a produzir mais graças a esse tipo de combustão,

levando a otimizar seus processos. Com a expansão da indústria passou-se a exportar para diversos países. (NEVES, 2017)

Segundo NEVES (2017) A Terceira Revolução Industrial famosa também como Revolução Tecnocientífica no período pós Segunda Guerra Mundial se deu aos avanços científicos que deixaram de ser limitados a certos países e evoluiu a tantos outros. Tivemos o surgimento da eletrônica, maior automatização dos processos, ou seja, as novas linhas de montagem automatizadas. A diminuição de distância do tempo, da ligação entre as pessoas e lugares, as transmissões de informações só foi possível através do desenvolvimento da biotecnologia, das telecomunicações eletrônicas e da robótica transformando a relação social juntamente com a produção industrial. Embora ainda nesta fase, caminhamos para a Quarta Revolução Industrial. Conforme a Figura 01.



Figura 01 – Evolução Histórica

De acordo com o CNI (Confederação Nacional da Industria,2016) a Industria 4.0 é a nova Revolução Industrial, pois com ela será possível a produção de produtos em massa, entretanto personalizados. A fábrica se tornará inteligente, ou seja, uma nova organização que proporcionara a comunicação entre máquinas e processos extremamente inteligentes, otimizando ainda mais os processos.

Após este breve relatos da Evolução Industrial pretende-se com este artigo promover uma reflexão sobre a Industria 4.0 trazendo ao conhecimento dos demais as novas tecnologias que estão tomando conta de nossa produção industrial e de nosso convívio proporcionando a quebra de paradigmas se adaptando a um novo conceito de sociedade. É o tema de suma importância pois através dele as empresas industriais ou de serviço precisará se adaptar para receber essa 4º Revolução Industrial.

2 I INDUSTRIA 4.0: DEFINIÇÕES, REVOLUÇÕES E TECNOLOGIAS

Segundo SCHWAB (2016) o público tomou conhecimento do termo Industria 4.0

no ano de 2011 na Alemanha, onde sua ideia era promover um tratamento que levasse ao fortalecimento estratégico e consequentemente a obter mais competitividade.

Para PETRUS (2018) quando falamos de Industria 4.0 não nos referimos apena ao uso de tecnologias. Este conteúdo envolve empresas, universidades, trabalhadores e os governos. Aos trabalhadores teve se atentar ao treinamento e qualificação para desempenhar as novas atividades, as empresas, devem buscar e investir em novas e modernas tecnologias para melhor adaptação de seus processos, a colocando um passo à frente das outras, um olhar futurista lhe viabilizará chegar mais forte e precisa para atender as necessidades dos clientes.

Aos governos facilitar, desburocratizar fornecendo uma boa infraestrutura, e as universidades, provocar em seus alunos o desejo de buscar o novo, de realizar pesquisas e estudos para evolução das tecnologias. (PETRUZ,2018)

De acordo com CNI (2018) a internet é a rede que uni o mundo virtual do mundo real, originando o mundo ciberfisicos que vem oportunizando os tais empregos de Inteligência Artificial. Este movimento de digitalização o qual ocorre a comunicação entre tantos processos e dispositivos, deu origem ao termo Internet das coisas (IoT), sistemas IoT nada mais é que a comunicação entre os dispositivos e as maquinas, uma simples programação na cafeteira para fazer o café em tal horário, é uma forma de utilizar o Sistema IoT.

Este sistema para a indústria impacta diretamente ao maquinário, pois através de programação a máquina sabe o momento certo e a quantidade que deve produzir, sabe reconhecer se algo está fora da sua programação e parar a produção, até que seja verificado o problema. A princípio este investimento é um tanto elevado, porem quem não o fizer não terá os benefícios futuros, como mais economia, com as percas e os atrasos, riscos de falhas humanas e desperdícios, estes serão compensados pois os processos de produção terão sua eficiência aumentada. (SCHWAB, 2016).

Podemos salientar que a utilização do IoT traz consigo, inúmeros benefícios, como a economia na contração de colaboradores, embora sempre haverá a necessidade da intervenção humana. As pessoas iram controlar de longe as maquinas reduzindo o risco de acidentes. O objetivo não é eliminar todos os postos de trabalho, mas sim tornar a mão de obra humana mais capacitada para estas novas tecnologias.

As regras para as empresas se manterem competitivas não são tecnicamente iguais as revoluções passadas, nesta nova fase as empresas e os países precisam estar à frente da inovação em todas suas formas, visar apenas a redução de custos, não será suficiente, pois as melhores iram priorizar as necessidades dos clientes, ofertar produtos e serviços de maneiras mais inovadoras e tecnológicas. (SIGAHI,2017)

Segundo CNI (2016) a Big Data e a Computação em Nuvens e uma integração de dados tradicionais internos e externos como transporte, analise de dados, armazenamento, maquinas e equipamentos. São mecanismos para alimentar a Inteligência Artificial auxiliando nas manutenções, proporcionando maior qualidade nos processos tornando um ambiente automatizado sem intervenção humana. Podemos considerar como um fator determinante a produtividade.

Outra megatendência é a Robótica Avançada, tecnologia que vem sendo testada, ela é uma combinação de sensores e sistemas computadorizados muito sofisticados e

inteligentes que visam garantir um transporte seguro. Realidade Virtual e Aumentada nos proporciona simular ambiente de trabalho, de destinos, riscos e os setores da empresa como o chão de fábrica. (CNI, 2017)

A Automação Industrial veio para proporcionar maior eficiência dos equipamentos e maquinário, facilitando a identificação de problemas, panes nos processos industriais, gerando relatórios detalhados e precisos que oportuniza as decisões mais estratégicas.

Para as marcas/empresas continuarem a existir, tais transformações que afetaram as fabricas, montadoras, plataformas, empresas tecnológicas e fornecedores, precisam estar aliados a hábitos inovadores dos consumidores, que estão mais conectados. Um exemplo destas tecnologias são os carros inteligentes, já existe no mercado tecnologia que facilita a vida com muita conectividade, praticidade e segurança.

Este sistema lhe proporciona um botão de segurança: quando estiver em uma situação de emergência ou ocorreu algum acidente a central rastreia o veículo e envia socorro ao local. Ele ainda pode localizar locais, tais como restaurantes, bancos entre outros desejados. Tudo com apenas um comando, sincronizando outros aplicativos de seu celular também, através do App, você consegue até controlar a quilometragem, pressão dos pneus, entre outras facilidades. Evoluindo para atender sempre. (CREVROLET, 2019)

Todas essas mudanças na Revolução tecnológica desperta transtornos e levantam preocupações muito mais que a antiga Revolução Industrial, afinal tais mudanças estão ocorrendo em um ritmo desenfreado, mais acelerado que o antecessor, tomou proporções imagináveis, radicais e simultaneamente. Sistemas inteiros serão transformados, mudando a forma de trabalhar em todos os setores.

Por tanto deve se tomar algumas ações, desenvolver uma comunicação e integração entre, fornecedores, empresa e cliente, pois ocorrera mudanças assim as novas competências deverão ser adquiras fora da empresa, por essa parceria. Toda organização tem que aperfeiçoar e/ou desenvolver novos modelos de negócio, visando principalmente a satisfação do cliente.

Barreto (2018) sita que toda a sociedade terá uma parcela de participação neste processo para a 4ª Revolução caminhar com forca permitindo que as inovações ganhem impulso na indústria. Alguns pontos a serem melhorados é a qualidade de internet do nosso país, que não é tão expansivo quanto precisamos, isso nos inibe de algumas evoluções tecnológicas. Criar e aprimorar a nossa mão de obra especializada neste novo nicho de mercado é outra característica muito importante.

Numa visão holística, as grandes sacadas devem ser no sentido de inovação, flexibilidade, otimização de recursos, aumento de produtividade com eficiência, caminhando sempre em direção ao foco principal que é a satisfação atendendo as necessidades dos clientes, com o menor custo possível e com a maior qualidade.

3 | METODOLOGIA

O presente artigo pode ser classificado como pesquisa descritiva, através de artigos publicados e livros, não é a implantação de sistemas ou ações, mais sim mostrar uma

evolução das tecnologias que vem emergindo e facilitando nosso dia-a-dia.

Utilizou-se a coleta de dados relevantes já mensurados ligados aos termos 4ª Revolução Industrial, Industria 4.0 e Tecnologia das Coisas. Após a busca destas palavras-chaves estes artigos foram analisados e feito uma revisão narrativa, com as informações relevantes para a composição deste.

4 I CONCLUSÕES

Perante a toda essa novidade que a Industria 4.0 e suas mudanças veem causando atreves dessa Revolução, o tema abordado é relevante e a sua sistematização para o conhecimento de todos em tempos atuais mostrando sua abrangência e importância das alterações de um futuro próximo. Almeja-se que haja uma implementação plena da indústria 4.0 em todos os âmbitos, e que não seja apenas outra revolução transformando a atual em um mero ponto de passagem.

Hoje temos sistemas de informação otimizando processamento de altos níveis de dados processados por todos equipamentos e sensores, temos equipamentos, otimizados, que geram informações detalhadas e precisas para analisar processos inteiros.

O trabalho humano sempre será muito importante, e, contudo, ainda possui vantagem ao exercer atividades mais complexas, vantagens essas que podem ser minimizadas conforme os novos avanços forem inseridos nas tecnologias atuais. Temos a certeza que a grande base é a inovação e a melhoria continua, oferecendo produtos, serviços e melhores processos. Desenvolver profissionais competentes e com habilidades diferentes das que lhes são exigidas hoje é necessário, os mesmos devem ser futuristas isso trará impactos positivos para os negócios e processos.

A melhor vantagem competitiva esteja na capacidade e velocidade de aprender das pessoas das organizações, o sistema de educação corporativa passa a ter um novo perfil de trabalhador exigido.

Sabe-se que essa evolução irá avançar em diferentes níveis, vai variar de empresa pra empresa, e de setor para setor. Após essa revisão, notamos que mesmo com o crescimento em ritmo elevado, ainda enfrentaremos muitos desafios até que a 4ª Revolução esteja acessível a todos.

Podemos concluir que a 4ª Revolução Industrial, nos trará impactos positivos quanto a produção, eficiência em processos, capacidade produtiva, comunicação entre empresa e cliente, além do que já vivemos hoje, e maior flexibilidade das linhas de produção. Assim como Steve Jobs disse, “ *A inovação é o que distingue um líder de um seguidor*”.

REFERÊNCIAS

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; *Industria 4.0 Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução.* Artigo publicado em: CIKI VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação. Setembro 2017. Disponível em. < http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314/153> Acessado em 20/05/19

BARRETO, Marcos Paulo. ***O que falta para o Brasil tornar a Indústria 4.0 uma realidade?*** Disponivel em: < https://www.convergenciadigital.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.

htm?UserActiveTemplate=site&UserActiveTemplate=mobile%252Csite&infoid=49360&sid=15> Acessado em: 21/05/19

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. *Industria 4.0 amplia o aprendizado, a produtividade e a renda do trabalhador.* Brasília: CNI, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. *Desafios para a indústria 4.0 no Brasil.* Brasília: CNI, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI*. Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira*. Sondagem especial, Brasília, v. 66, abr. 2016

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. *Indústria Brasileira: da perda da competitividade à recuperação?* Estudos econômicos, Brasília, n. 1, nov. 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. Nota metodológica: coeficientes de abertura comercial. Brasília: CNI, 2011.

GOMES, Cristina. *Revolução Industrial*. Disponível em: https://www.infoescola.com/historia/revolucao-industrial/> Acessado em 05/05/19

HOBSBANWN, Eric J. *Há era das Revoluções*. Editora Paz e Terra, 2001.

PETRUS, Gabriel. *Industria 4.0: Onda ou Marola?*. Artigo Publicado Revista Exame. Disponível em: < https://exame.abril.com.br/blog/gabriel-petrus/industria-4-0-onda-ou-marola/> Acessado em: 10/05/19

SIGAHI, Thiago Fonseca Albuquerque Cavalcante. *A indústria 4.0 na perspectiva da Engenharia de Produção no Brasil: Levantamento e síntese de trabalhos publicados em congressos nacionais*. Artigo publicado em: Engema Outubro 2017.

SCHWAB, K. *A quarta revolução industrial.* São Paulo: Edipro, 2016. 159 p.

SOBRE OS AUTORES

RENATA MACIEL BOTELHO - Mestre em Educação Matemática (2019) pela UNIAN - Universidade Anhanguera, Graduada em Licenciatura Plena Matemática pela Faculdade Oswaldo Cruz (1999), Pós-graduada em Educação Matemática (2001), Pós-graduada em Pedagogia (2004) e Pós-graduada em Gestão Escolar (2017). Professora de Matemática e Física desde 1994. Professora do Centro Paula Souza em ETEC (Escola Técnica do Estado de São Paulo), desde 2004, onde foi Coordenadora de curso do Ensino Médio por quatro anos e Diretoria de Serviços Acadêmicos por dois anos. Na mesma instituição, desde julho de 2016 ocupa o cargo de Diretora de Escola Técnica (ETEC Jaraguá).

WAGNER COSTA BOTELHO - Profº. Doutor em Engenharia de Produção (UNIP, 2013), Mestre em Engenharia de Produção (UNIP, 2005), Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC, 1989). Pós-graduações: Engenharia de Segurança do Trabalho (UNIP, 1996), Complementação Pedagógica em Matemática (FATEMA, 1997), Engenharia de Produção (USJ, 2003), MBA em Gestão Ambiental (UNINOVE, 2009) e Gestão Escolar (FAMOSP, 2017). Atuando a 28 anos na área da educação de nível técnico, graduação e pós-graduação, e 31 anos na de engenharia elétrica, produção e segurança do trabalho. Perito judicial e assistente. Consultor técnico.

A Matemática Aplicada na Engenharia de Produção:

Uma Coletânea com Abordagem Generalista

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2021

A Matemática Aplicada na Engenharia de Produção:

Uma Coletânea com Abordagem Generalista

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2021